

Leandro Angelo Pereira

**CULTIVO DO CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO, *Litopenaeus vannamei*
(BOONE, 1931), EM TANQUES-REDE NO LITORAL PARANAENSE: ESTUDO
DE CASO.**

Curitiba
2004

Leandro Angelo Pereira

**CULTIVO DO CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO, *Litopenaeus vannamei*
(BOONE, 1931), EM TANQUES-REDE NO LITORAL PARANAENSE: ESTUDO
DE CASO.**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós Graduação em Ciências
Veterinárias da Universidade Federal
do Paraná, como exigência parcial à
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ostrensky
Co-Orientador: Prof. Dr. Moacyr
Serafim Jr.

Curitiba

2004



William Bill Watterson, 1987 - Calvin & Hobbes © - **Universal Press Syndicate**

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é mais um sonho realizado, graças à bondade de Deus e a colaboração e confiança das pessoas que me ajudaram.

Entre estas pessoas, não poderia esquecer a minha família, Edison Alves Pereira (pai), Albertina Angelo Pereira (mãe) e Leonardo Angelo Pereira (irmão), que sempre foram o meu lado mais forte e com quem sempre poderei contar.

À Manuela Dreyer da Silva, minha namorada, que muitas vezes foi um ponto no horizonte. Sempre ao meu lado sendo, além de cúmplice, minha fonte inesgotável de inspiração e exemplo de dedicação aos estudos.

Às fontes de sabedoria e orientação, os professores Antonio Ostrensky e Moacyr Serafim Jr., ao quais, ao longo desta caminhada, foram verdadeiros companheiros, compartilhando dúvidas e ajudando a resolver problemas. Problemas estes, que muitas vezes me deixaram de cabelo em pé, mas que foram facilmente resolvidos com o auxílio destes homens de grandes experiências.

Já que falamos de amizade, não posso esquecer do Fabio Xavier Wegbecher, do Robson Ventura, do Ubiratã Assis Teixeira da Silva, do Julio Pandini, da Gisele Geraldi Cartilho, do Robert Willian Pilchowski, do Marcelo Faria Cardoso, do Paulo Vicente Costa e do Marcus Vincius Stolarski, que fazem parte de um grupo fantástico, o GIA. Composto não apenas de profissionais do mais alto nível, mas de guerreiros e grandes amigos com quem espero poder contar o resto de minha vida.

Também não posso deixar de mencionar meus outros amigos, que não fazem parte deste grupo, mas são de fundamental importância em minha vida, como o Juliano (Stica), a Tiffany, o Fabiarel, o Paularel, o Cesarel, o Andrarel, o Oscar (Cão), Luiz Otávio (Tim-Tones), o Carlos (Belz), o Rodrigo (Piggy), o Arthur, a Fabiana (Gabi), o Gledison, o Carlos Eduardo (Kadu), o Eder, a Silvia, o Rafael (Rafa) e o Joaquim (Quim).

Estes nomes assim listados podem até lembrar um catálogo de endereços, mas na verdade listam meus verdadeiros amigos, cada qual com a sua característica muito especial e particular, que me ajudaram muito durante esta minha caminhada até aqui e sei que sempre poderei contar com cada um deles.

Também gostaria de agradecer a duas professoras do mais alto grau de competência que me ajudaram a realizar este trabalho, as Professoras Madalena Shirata e Silvia Keil.

E por fim, um agradecimento muito especial aos produtores e ao pessoal da CPCAM, os quais sempre foram muito atenciosos e prestativos em todas as fases de campo, principalmente os carcinicultores Mauro, o Augusto, o Seu Luiz, o Pereira e o Polaco. E podem ter certeza que sem a ajuda e a vontade de realização do ideal destes homens, nada disso poderia ser possível.

SUMÁRIO

RESUMO -----	12
ABSTRACT -----	13
APRESENTAÇÃO -----	14
CAPÍTULO 1 – CULTIVO DE CAMARÃO EM TANQUE-REDE: ESTADO DA ARTE ---	15
1.1 INTRODUÇÃO-----	15
1.2 O TANQUE-REDE COMO SISTEMA ALTERNATIVO DE PRODUÇÃO -----	16
1.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS CULTIVOS DE CAMARÃO EM TANQUES-REDE -	18
1.4 PERSPECTIVAS DO CULTIVO DE CAMARÃO EM TANQUE-REDE -----	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	19
CAPÍTULO 2 – ASPECTOS ESTRUTURAIS E ZOOTÉCNICOS DOS CULTIVOS DE CAMARÃO EM TANQUES-REDE -----	23
2.1 INTRODUÇÃO-----	23
2.2 METODOLOGIA-----	23
2.2.1 CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA E SOCIAL DA BAÍA DE GUARATUBA -----	23
2.2.2 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE UTILIZADA -----	24
2.2.3 OBTENÇÃO DE DADOS ZOOTÉCNICOS -----	25
2.2.4 ESTRUTURAS DE PRODUÇÃO -----	19
2.2.5 POVOAMENTO -----	19
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	28
2.3.1 MANEJO -----	29
2.3.1.1 Manutenção das estruturas-----	29
2.3.1.2 Densidade-----	30
2.3.1.3 Despesca-----	30
2.3.1.4 Arraçoamento -----	33
2.3.2 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS-----	33
2.3.2.1 Sobrevivência -----	33
2.3.1.4 Taxa de conversão alimentar aparente -----	33
2.3.4.3 Taxas de Crescimento -----	37
2.3.1.4 COMERCIALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO -----	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	19

CAPÍTULO 3 – MONITORAMENTO HIDROLÓGICO	41
3.1 INTRODUÇÃO	41
3.2 OBJETIVOS	42
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	43
3.3.1 DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	43
3.3.2 COLETA DAS AMOSTRAS	44
3.3.2.1 Metodologia para análise do nitrogênio amoniacal dissolvido	45
3.3.2.2 Metodologia para análise do nitrito	45
3.3.2.3 Metodologia para análise do fosfato	45
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
3.4.1 PARÂMETROS FÍSICOS	46
3.4.2 PARÂMETROS QUÍMICOS	47
3.4.2.1 Nitrogênio amoniacal dissolvido	47
3.4.2.2 Nitrito dissolvido	50
3.4.2.3 Fosfato (orto)	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPITULO 4 - ANÁLISE DO PLÂNCTON	59
4.1 INTRODUÇÃO	59
4.2 OBJETIVOS	60
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	60
4.3.1 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS	60
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS SEDIMENTARES	68
5.1 INTRODUÇÃO	68
5.2 OBJETIVOS	69
5.3 MATERIAL E MÉTODOS	69
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
5.4.1 PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO	71
5.4.1.1 Carbono	71
5.4.1.2 Fósforo	73
5.4.1.3 Cálcio	75
5.4.1.4 Potássio	77
5.4.1.5 Cálcio e Magnésio	79

5.4.1.6 Hidrogênio -----	81
5.4.1.7 Ph -----	83
5.4.2 PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO-----	90
NOTA - OUTROS IMPACTOS DO CULTIVO DE CAMARÃO MARINHO EM TANQUE-REDE -----	94
1 POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR FUGA DOS ORGANISMOS -----	94
2 POSSIBILIDADE DE TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PELOS ORGANISMOS CULTIVADOS-----	97
3 IMPACTO SOCIAL -----	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	19
CONCLUSÃO GERAL -----	103

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA INDICANDO A LOCALIZAÇÃO DA BAÍA DE GUARATUBA, NO LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ.	24
FIGURA 3 - VISTA PARCIAL DO SISTEMA DE CULTIVO EM TANQUES-REDE MONITORADO NA BAÍA DE GUARATUBA, MOSTRANDO AS ESTRUTURAS DE FLUTUAÇÃO.....	27
FIGURA 4 - VISTA GERAL DOS TANQUES-REDE MONITORADOS NA BAÍA DE GUARATUBA, MANTIDOS EM LINHA.	28
FIGURA 5 - SEQUÊNCIA DE ILUSTRAÇÕES QUE MOSTRAM O MANEJO DOS TANQUES-REDE.	29
FIGURA 6 - EQUIPAMENTO IMPROVISADO PARA A RETIRADA DOS TANQUES-REDE DA ÁGUA.....	30
FIGURA 7 - FLUXOGRAMA ILUSTRANDO A DINÂMICA DO CULTIVO DE CAMARÃO EM TANQUE-REDE EMPREGADO NA BAÍA DE GUARATUBA, PR.....	32
FIGURA 8 - FOTO MOSTRANDO O MOMENTO DE ARRAÇOAMENTO POR VOLEIO.	34
FIGURA 9 - FOTO EXEMPLIFICANDO A PERDA DE RAÇÃO, RETIDA NA TELA ANTI-PÁSSARO.	35
FIGURA 10 - CURVAS DE CRESCIMENTO DOS CAMARÕES DE DIFERENTES TANQUES-REDE, NO PRIMEIRO CICLO DO CULTIVO REALIZADO EM GUARATUBA.	38
FIGURA 11 - PROPORÇÃO ENTRE OS CAMARÕES PEQUENOS, MÉDIOS E GRANDES NO FINAL DO PRIMEIRO CICLO DO CULTIVO.....	38
FIGURA 12 - MAPA DA BAÍA DE GUARATUBA COM A REPRESENTAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS, EM VERMELHO, DE P01 A P05.....	44
FIGURA 13 - VALORES DE NITROGÊNIO AMONÍACAL, EM MG/L, NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.....	47
FIGURA 14 - VALORES DE NITROGÊNIO AMONÍACAL, EM MG/L, NOS DIFERENTES CICLOS REALIZADOS.....	48
FIGURA 15 - VALORES DE NITROGÊNIO AMONÍACAL, EM MG/L, NAS DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO.	48

FIGURA 16 - VALORES DE NITRITO, EM $\mu\text{G/L}$, NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.....	50
FIGURA 17 - VALORES DE NITRITO, EM $\mu\text{G/L}$, NOS DIFERENTES CICLOS REALIZADOS.....	51
FIGURA 18 - VALORES DE NITRITO, EM $\mu\text{G/L}$, NAS DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO.....	52
FIGURA 19 - VALORES DE FOSFATO, EM MG/L , NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.....	53
FIGURA 20 - VALORES DE FOSFATO, EM MG/L , NOS DIFERENTES CICLOS REALIZADOS.....	54
FIGURA 21 - VALORES DE FOSFATO, EM MG/L , NAS DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO.....	54
FIGURA 22 - ILUSTRAÇÃO DA REDE CÔNICA UTILIZADA PARA AS COLETAS DE ZOOPLÂNCTON.	61
FIGURA 23 - VALORES DA ANÁLISE DE SHANNON DISPOSTOS EM GRÁFICO.	62
FIGURA 24 - VALORES DA ANÁLISE DE SIMPSON DISPOSTOS EM GRÁFICO.	63
FIGURA 25 – GRÁFICO INDICANDO A ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS PRINCIPAIS ORGANISMOS E GRUPOS ENCONTRADOS NOS 5 PONTOS AMOSTRADOS DURANTE O CICLO DE CULTIVO DE CAMARÃO MONITORADO.....	63
FIGURA 26 - ANÁLISE DE SIMILARIDADE (BRAY-CURTIS CLURSTER) COM O AGRUPAMENTO ENTRE OS PONTOS AMOSTRAIS MONITORADOS.	64
FIGURA 27 - ANÁLISE DE SIMILARIDADE (BRAY-CURTIS CLURSTER) COM O AGRUPAMENTO ENTRE AS ESTAÇÕES DO ANO.....	64
FIGURA 28 - ILUSTRAÇÃO DA DRAGA DE PETERSEN UTILIZADA NAS COLETAS DE SEDIMENTO.	70
FIGURA 29 - VALORES DE CARBONO, EM G/DM^3 , NO SEDIMENTO, NOS DIFERENTES PONTOS MONITORADOS.	71
FIGURA 30 - VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE CARBONO (G/DM^3) NO SEDIMENTO AO LONGO DO TEMPO, NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.	72
FIGURA 31 - VALORES DE FÓSFORO, EM MG/DM^3 , NO SEDIMENTO, NOS DIFERENTES PONTOS MONITORADOS.	73
FIGURA 32 - VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO (MG/DM^3) NO SEDIMENTO AO LONGO DO TEMPO, NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.	74

FIGURA 33 - VALORES DE CÁLCIO, EM CMOL/DM ³ , NO SEDIMENTO, NOS DIFERENTES PONTOS MONITORADOS.	75
FIGURA 34 - VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE CÁLCIO (CMOL/DM ³) NO SEDIMENTO AO LONGO DO TEMPO, NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.	76
FIGURA 35 - VALORES DE POTÁSSIO, EM CMOL/DM ³ , NO SEDIMENTO, NOS DIFERENTES PONTOS MONITORADOS.	77
FIGURA 36 - VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO (CMOL/DM ³) NO SEDIMENTO AO LONGO DO TEMPO, NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.	78
FIGURA 37 - VALORES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO, EM CMOL/DM ³ , NO SEDIMENTO, NOS DIFERENTES PONTOS MONITORADOS.	79
FIGURA 38 - VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO (CMOL/DM ³) NO SEDIMENTO AO LONGO DO TEMPO, NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.	80
FIGURA 39 - VALORES DE HIDROGÊNIO, EM CMOL/DM ³ , NO SEDIMENTO, NOS DIFERENTES PONTOS MONITORADOS.	81
FIGURA 40 - VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE HIDROGÊNIO (CMOL/DM ³) NO SEDIMENTO AO LONGO DO TEMPO, NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.	82
FIGURA 41 - VALORES DE PH NO SEDIMENTO, NOS DIFERENTES PONTOS MONITORADOS.	83
FIGURA 42 - VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE PH NO SEDIMENTO AO LONGO DO TEMPO, NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.	84
FIGURA 43 – RESULTADO DA ANÁLISE DE GRANULOMETRIA DO SOLO, DEMONSTRANDO A VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES (EM %) DE ARGILA, SILTE, AREIA GROSSA E AREIA FINA NOS DIFERENTES PONTOS AMOSTRAIS.	90

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CRONOGRAMA DOS CICLOS DE PRODUÇÃO (A, B E C), COM DESCRIÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS.....	25
TABELA 2 - ANÁLISE NUTRICIONAL DA RAÇÃO GUABI.....	33
TABELA 3 - ANÁLISE NUTRICIONAL DA RAÇÃO ACQUA LINE.	33
TABELA 4 - PLANILHA DE ARRAÇOAMENTO UTILIZADA NO CULTIVO DE GUARATUBA PARA CADA TANQUE-REDE.	35
TABELA 5 – ÍNDICES DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA NOS PONTOS DE COLETA NA BAÍA DE GUARATUBA.	62
TABELA 6 – ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE SOCIAL EM DIFERENTES ATIVIDADES AQUÍCOLAS.....	101

RESUMO

A carcinicultura mundial, apesar de seu franco desenvolvimento, vem sendo muito criticada em função dos impactos que supostamente causaria sobre o meio ambiente. Entre as principais críticas estão o aumento da sedimentação local e a eutrofização dos corpos d'água adjacentes aos cultivos. O presente estudo objetivou a avaliação dos possíveis impactos ambientais causados pelo cultivo do camarão branco do Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, em tanques-rede, na baía de Guaratuba, PR. Cinco pontos amostrais foram estabelecidos, sendo um no local exato do cultivo monitorado e outros quatro no entorno dessa produção. Foi realizada a avaliação temporal de parâmetros físico-químicos nas áreas de entorno dos tanques-rede e a avaliação das possíveis alterações hidrológicas causadas pelo processo produtivo de camarões cultivados. Os dados físico-químicos da água foram obtidos através do monitoramento diário da temperatura e salinidade e através de coletas mensais de água para análise em laboratório dos níveis de nitrogênio amoniacal dissolvido (amônio), nitrito dissolvido e fosfato (orto) dissolvido. As comunidades zooplanctônicas dos pontos descritos foram monitoradas a partir de amostragens mensais. Nos cinco pontos delimitados, amostras de solo foram coletadas mensalmente e analisadas a fim de detectar alterações nas quantidades de carbono, fósforo, magnésio, hidrogênio, alumínio, cálcio e potássio, bem como alterações granulométricas do sedimento. Os resultados das análises físico-químicas foram comparados com aspectos do manejo do cultivo (manutenção das estruturas, povoamento dos tanques, despesca, densidade utilizada e arraçamento) e produtividade (sobrevivência dos camarões, conversão alimentar, crescimento dos organismos e comércio). A análise química da água indicou que os valores variaram dentro dos intervalos esperados, com base na literatura. Todavia, as análises de solo demonstraram alterações significativas dos principais parâmetros quantificados, sendo que, entre os pontos analisados, o sedimento coletado imediatamente abaixo de onde estavam posicionados os tanques-rede apresentou a maior alteração. As análises das técnicas de manejo empregadas durante o cultivo monitorado apontaram deficiências técnicas na manutenção das estruturas e no arraçamento aplicado, o que pode ter contribuído para as alterações encontradas nas análises do solo. Os resultados obtidos permitem concluir que os impactos ambientais mais significativos, relacionados ao cultivo de camarão em tanque-rede na área de estudo, foram causados, principalmente, pelo excesso de matéria orgânica provinda das unidades de cultivo e detectados apenas no sedimento próximo do local de produção.

ABSTRACT

The marine shrimp culture, despite its actual development, has been criticized for its alleged negative impacts the environment, especially over points such as excessive sedimentation of the bottom soil and the eutrophization of the water bodies. The aim of the present study is to evaluate the impacts caused by white shrimp culture, *Litopenaeus vannamei*, in cage-net system, located at bay of Guaratuba, Brazil. Five sampling points were established. Point number one was located exactly in the middle of the monitored culture and all other four around the site. In each of the five delimited points, a thorough analysis of any possible alterations caused by the productive process was done. The phisico-chemical data was obtained by daily measurements of temperature and salinity and by monthly analysis of ammonium, ammonia, nitrite and orto-phosphate dissolved in the water. The zooplanktonic communities in the described points were also monitored throughout monthly samplings. A temporal analysis of the sediment was realized in samples of soil taken from the monitored points. The granulometry of the soil as well as the amount of carbon, phosphorus, magnesium, hydrogen, aluminum, calcium and potassium were recorded. Aspects of the husbandry (maintenance of the structures, introduction of the post-larvae in the tanks, density of the culture, feeding rates and harvest) and productivity (survivorship, food conversion, growth and commercialization) were analyzed and compared with the results of the phisico-chemical data obtained for soil and water. The results of the chemical analyses of the water had shown that the values varied only slightly, although inside of the expected range, in according to the literature. However, the soil analyses indicated significant alterations on its main parameters. The sediment collected immediately below the cage-net system was the most significantly altered. The analysis of the techniques of feeding and handling unveiled a serious deficiency as the quantities of food were excessive and specially the method of lancing, used during the monitored culture, proved to be totally inadequate. The deficient technology clearly contributed to the alterations found in the soil analysis. The results obtained allow to conclude that the most significative impacts, related to the shrimp net-cage cultive in the study area, were caused by the excess of organic matter released by the production process and it were only detected in the bottom soil, near the net-cage system vicinity.

APRESENTAÇÃO

Aparecendo como uma atividade inovadora, a produção de camarão marinho em tanque-rede atraiu a atenção de muitos produtores interessados nas novidades dessa tecnologia. Concomitante a esse crescente interesse, todavia, surgiram muitas dúvidas sobre a implantação dos tanques, principalmente em relação aos possíveis impactos ambientais provenientes do desenvolvimento dessa atividade.

Com o início da estruturação da produção de camarões marinhos em tanques-rede por iniciativa de alguns produtores paranaenses, em meados de 2001, coube aos órgãos ambientais federais e estaduais uma preocupação relacionada à legalização de instalação e operação dessa atividade no estado. Não havia, entretanto, uma definição a respeito dos critérios legais e técnicos a serem considerados para essa atividade e para a utilização de uma espécie exótica na produção.

Foi nesse contexto que surgiu a proposta inicial para o projeto dessa dissertação: estudar os possíveis impactos ambientais causados pelo cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em tanque-rede, no intuito de se criar subsídios para as futuras produções e para o licenciamento ambiental. No decorrer dos trabalhos, porém, surgiu a necessidade de abordar novos tópicos relacionados ao tema, como aspectos técnicos ligados ao manejo das estruturas. No final do projeto, ainda, a discussão a respeito dos impactos sociais e da introdução de uma espécie exótica se tornou indispensável a esse trabalho. O tema se expandiu e ainda agora, na exposição dessa dissertação, o assunto não está esgotado. Entretanto, o trabalho apresentado espera trazer benefícios à carcinicultura e ao meio ambiente.

Vale salientar, ainda, que se optou pela divisão do texto em capítulos (cada qual com objetivos e discussões próprias), como forma de facilitar o entendimento da metodologia aplicada e dos resultados obtidos neste trabalho. Apesar de diferentes entre si, fazem parte de um documento único, focado em um objetivo central que é apresentar e avaliar alguns aspectos, ambientais e técnicos, do cultivo de camarão marinho em tanque-rede.

CAPÍTULO 1 – CULTIVO DE CAMARÃO EM TANQUE-REDE: ESTADO DA ARTE

1.1 INTRODUÇÃO

Aqüicultura é o processo de produção em cativeiro, de organismos que dependem da água para a realização total ou parcial de seu ciclo de vida, em qualquer estágio de desenvolvimento. De acordo com a FAO (Food and Agriculture Organization), três fatores caracterizam essa atividade: o organismo produzido é aqüícola, existe um manejo visando a produção e a criação possui um proprietário, isto é, não é um bem coletivo como são as populações exploradas pela pesca (RANA, 1997).

Como ramo específico da aqüicultura há a maricultura, que trata da produção de organismos marinhos. BRANDINI *et al.*, (2000) caracteriza esta atividade como uma alternativa para atender a demanda comercial e a preservação dos estoques naturais para as gerações futuras. Segundo este mesmo autor, a maricultura vem crescendo rapidamente, a uma taxa média de 10,6% ao ano, desde 1990. Apesar do avanço tecnológico das ciências oceanográficas e da aplicação dos princípios básicos de funcionamento dos ecossistemas marinhos na oceanografia pesqueira (CUSHING, 1975; LAEVASTUS & HAYES, 1981 e LAESVASTUS & FAVORITE, 1988), a produção de organismos marinhos ainda está aquém da pesca e do extrativismo dos bancos naturais (BRANDINI *et al.*, 2000).

Para a caracterização do presente estudo é essencial uma descrição mais pormenorizada de uma das atividades mais importantes da maricultura: a carcinicultura, ou o cultivo de crustáceos.

A produção de crustáceos no mundo desenvolveu-se principalmente a partir da década de 80, sendo que a atividade apresentou um crescimento de mais de 20% entre os anos de 1985 a 1990. Esse crescimento continuou e a produção passou de 758 mil toneladas (renda aproximada de US\$ 4,5 bilhões), em 1990, para 1,9 milhões de toneladas (US\$ 11,5 bilhões), em 2001. Entretanto, nesses mais de dez anos, existiu uma fase (entre 1990 e 1996) na qual o mundo experimentou uma retração de cerca de 10% na carcinicultura, devido, principalmente, às doenças virais e a uma série de problemas ambientais (BORGHETTI *et al.*, 2003). Segundo BORGHETTI (op cit), dentre os crustáceos produzidos na América do Sul, o predomínio absoluto recaiu sobre os camarões marinhos, principalmente com o cultivo da espécie *Litopenaeus vannamei*.

No Brasil, a produção de camarão marinho foi iniciada na década de 70, na região Nordeste, com a introdução da espécie exótica *Marsupenaeus japonicus*. A carcinicultura brasileira, porém, começou adquirir caráter tecno-empresarial apenas no final da década de 80 (ROCHA, 1998). De acordo com o mesmo autor, as improvisações praticadas até então começaram a ceder espaço ao profissionalismo e ao planejamento.

A deficiência na tecnologia de produção de pós-larvas e de engorda da época, entretanto, forçou um cultivo extensivo das espécies nativas *Litopenaeus schmitti*, *Farfantepenaeus subtilis* e *Farfantepenaeus paulensis* (NUNES & PARSONS, 1999). Após este período de experimentações, a carcinicultura só se consolidou quando o camarão branco do Pacífico (*L. vannamei*) foi introduzido no país, em meados da década de 90 (WAINBERG *et al.*, 1998). Segundo BORGHETTI *et al.* (2003), a introdução e a utilização desta espécie representou um grande avanço para o país, provocando o desenvolvimento da cadeia produtiva da carcinicultura brasileira. Em 2001, o contingente de mão-de-obra empregada nesta atividade chegava a quase 60.000 pessoas, sendo que a produção nacional chegou a cerca de 40.000 toneladas, a área cultivada a 8.500 ha e a produtividade média a mais de 4.700 kg/ha/ano.

No caso específico do estado do Paraná, a carcinicultura teve início apenas na década de 80. Todavia, o primeiro grande empreendimento na área de carcinicultura no Paraná só veio a ser implantado em 1993, ano em que a Fazenda Borges (localizada em Paranaguá) iniciou a sua produção. Nos primeiros anos, a fazenda dedicou-se ao cultivo das espécies nativas *Farfantepenaeus paulensis* e *L. schmitti*, porém, não obteve o retorno financeiro esperado em relação aos índices zootécnicos (OSTRENSKY, 1997). Foi necessária, então, a introdução da espécie exótica *L. vannamei*, o que ocorreu por iniciativa do Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, em parceria com a Fazenda Borges, em 1997.

Segundo BORGHETTI & OSTRENSKY (2000), a aqüicultura paranaense ainda é uma atividade em estágio inicial de desenvolvimento, já que estudos relativos à tecnologia aplicada ao aumento da produção e da produtividade, com impactos mínimos ao meio, são ainda escassos.

O principal objetivo deste capítulo é realizar uma breve revisão sobre o cultivo de camarão em tanque-rede, abrangendo tópicos da descrição do sistema de produção e algumas comparações com o sistema tradicional (tanque escavado).

1.2 O TANQUE-REDE COMO SISTEMA ALTERNATIVO DE PRODUÇÃO

Tradicionalmente, os cultivos de camarões eram realizados com base apenas no

sistema de viveiros escavados. VALENTI (2000) afirma que não foi possível limitar a carcinicultura a estas atividades, e assim outras formas de produção foram desenvolvidas. A falta de áreas continentais para o aumento dos viveiros, aliada à elevação dos custos da terra, contribuiu com o desenvolvimento de novas formas de produção. Nesse contexto, surgiu a proposta de criação de camarões marinhos em estruturas flutuantes, conhecidas como tanques-rede.

A utilização de estruturas e metodologias alternativas para o cultivo de camarões tem sido buscada por pesquisadores de diversas partes do mundo (ROSENBERRY, 1997; LEE & WICKINS, 1997; OSTRENSKY, 1997; WASIELESKY, 2000 e PEREIRA, 2001). Isso se deve, principalmente, à diminuição da disponibilidade de áreas continentais, à elevação do custo da terra, à redução dos custos operacionais, à necessidade de desenvolvimento de sistemas geradores de renda para as populações menos favorecidas das zonas litorâneas e à necessidade de minimização dos impactos da carcinicultura sobre o meio ambiente.

Ainda hoje a maior aplicação das estruturas alternativas, como os tanques-rede, tem sido para o cultivo de peixes. Entretanto, muitos pesquisadores, em diferentes continentes, desenvolveram e desenvolvem pesquisas e metodologias para o cultivo de crustáceos. SAMARANAYAKE (1990), por exemplo, analisou o cultivo de *Penaeus monodon* em cercados no Sri Lanka. LUMARE (1982), elaborou cultivos de *Marsupenaeus japonicus* na costa italiana. PRIMAVERA & GABASA (1981) desenvolveram matrizes de *P. monodon* nas Filipinas. MARTINEZ-CORDOVA (1988) realizou cultivos de *Litopenaeus stylirostris* no México. No Brasil, OGAWA (1992) vem trabalhando com lagostas em cercados no estado do Ceará. SCARDUA (1998) e WASIELESKY *et al.* (1995) vêm trabalhando com *Farfantepenaeus paulensis*, PEREIRA (2001), com *Litopenaeus vannamei* nos estados do Sul e PAQUOTTE *et al.* (1998) vêm estudando os cultivos de *L. vannamei* e *F. penicillatus* em gaiolas, na Bahia.

Os cultivos em tanques-rede aparecem como uma alternativa para o ingresso de pequenos produtores na carcinicultura, já que tais sistemas de produção possibilitam a redução dos investimentos necessários para a implantação de unidades de cultivo, aproveitam bem os recursos naturais dos ecossistemas costeiros, não implicam em movimentação de terra, desmatamento ou abertura de canais, permitem a economia de energia com a renovação de água e podem possibilitar a obtenção de margens compensadoras de lucro. Porém, pesquisas que avaliam o manejo mais adequado ainda são escassas e é necessário que sejam desenvolvidas para que o sucesso econômico e financeiro desse tipo de empreendimento possa ser alcançado.

Vale salientar ainda, que um dos principais problemas desta atividade é a falta de conhecimento sobre os possíveis impactos ambientais que o sistema em tanque-rede

pode causar. Aliado a este fato, há a dificuldade para obtenção de licença ambiental, dificuldade esta que possui relação direta com a falta de conhecimentos sobre os possíveis impactos gerados.

1.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS CULTIVOS DE CAMARÃO EM TANQUES-REDE

Segundo a Resolução do CONAMA Nº 01 de 23/01/86, impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, diretamente, afetem: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais.

A carcinicultura, como qualquer outra atividade de produção, pode causar impacto ambiental, motivo pelo qual é caracterizada como “atividade potencialmente poluidora” no cadastro nacional de atividades poluidoras do IBAMA. Há de se destacar, entretanto, que o conceito de impacto ambiental não se refere unicamente ao meio ambiente biológico. Na verdade, o mesmo vem a ser o resultado do efeito das atividades humanas no conjunto composto pelos níveis físico, biológico e socioeconômico (ARANA, 1999).

A agressão da aquicultura ao ambiente aquático se dá, principalmente, pela descarga excessiva ou indiscriminada de matéria orgânica acumulada nos efluentes de viveiros de camarões. Esta descarga pode trazer sérios danos à própria atividade, devido às alterações das características físico-químicas da água (temperatura, oxigênio dissolvido e conteúdo de sais dissolvidos), e ao ambiente do entorno dos tanques escavados após a saída da água do cultivo. O aumento dos níveis de matéria orgânica (material fecal e restos alimentares) pode agravar alguns fenômenos como florações de microalgas e anóxia do ambiente, além de aumentar a eutrofização da água, colocando em perigo o desenvolvimento das espécies cultivadas e do restante do meio (BARNABÉ, 1990).

Em relação à carcinicultura em tanque-rede, os aspectos econômicos que norteiam essa atividade são encarados com otimismo no Brasil. Todavia, do ponto de vista ambiental, certos conceitos de sustentabilidade e de conservação do meio ambiente devem ser revistos e melhor estudados, principalmente no que diz respeito ao uso dos corpos d'água, à sedimentação, à hipernutrição e à eutrofização do meio aquático (PILLAY, 1992).

1.4 PERSPECTIVAS DO CULTIVO DE CAMARÃO EM TANQUE-REDE

Os cultivos convencionais de camarões marinhos em viveiros de terra necessitam de grandes investimentos, ao contrário dos cultivos em estruturas alternativas que apresentam custos de instalação e operacionais, via de regra, mais baixos. Por outro lado, muitos outros aspectos norteiam essas novas tecnologias, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas a respeito dessas atividades.

Em relação à produção de camarão marinho em tanque-rede, vários experimentos têm sido realizados por PAQUOTTE *et al.* (1998) no estado da Bahia, SCARDUA (1998) em Santa Catarina, WASIELESKY *et al.* (1995) no Rio Grande do Sul e PEREIRA (2001) no Paraná. Estes autores têm investigado os efeitos da densidade de estocagem, alimentação, tipos de estruturas, impactos ambientais, dentre outros tópicos, visando viabilizar o cultivo de camarões em tanques-rede junto aos estuários.

Entretanto, conforme a realidade apresentada pelo mercado atual, o cultivo de camarão em tanques-rede dificilmente alcançará, em curto prazo, os valores de produtividade passíveis de serem encontrados no sistema de produção tradicional (viveiros), já que não são realizados em grande escala. A vantagem econômica do camarão cultivado em tanque-rede, porém, está no fato destes serem vendidos como isca-viva e na proximidade com grandes centros consumidores dessa produção, o que gera oportunidades e pode tornar a atividade lucrativa.

O problema em relação à comercialização de isca-viva é a probabilidade de rápida saturação do mercado. O grande volume da produção de isca-viva pode acarretar o aumento da oferta no mercado e o preço do camarão poderá cair, inviabilizando economicamente esta atividade. Além disso, há a dificuldade de licenciamento dessa produção, já que, na grande maioria dos casos, o cultivo em tanque-rede utiliza espécies exóticas por sua melhor rentabilidade em um curto espaço de tempo, quando comparado à produção das espécies nativas.

Considerando essas questões, uma possível alternativa à produção de camarões marinhos em tanque-rede seria o desenvolvimento de uma produção em grande escala. A maioria dos estuários, todavia, não possui condições ambientais favoráveis para esse tipo de cultivo, já que são geralmente muito rasos (locais abaixo de três metros não são recomendáveis para essa atividade) e possuem um grande aporte natural de nutrientes, fato este que aumentaria a probabilidade de impactos negativos ao meio ambiente, caso grandes produções fossem realizadas.

Portanto, considerando ainda esse novo risco, uma possível solução seria o desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitassem o sistema de cultivo em tanque-rede em mar aberto. Este sistema possibilitaria a produção aumentada de camarões para consumo humano, diminuindo a pressão sobre o mercado de isca-viva, visando um nível empresarial. As pequenas produções, então, poderiam ser destinadas às pequenas comunidades do litoral. Para isso, novos experimentos necessitam ser realizados, focando as diferenças de estruturas e de manejo nas produções de grande e pequena escalas.

Outra questão a ser considerada é o desenvolvimento de tecnologias para a viabilização comercial do cultivo de espécies nativas, visando a minimização dos possíveis impactos ambientais relacionados à invasão de espécies exótica, adequando-se ao Decreto nº 4.339, de agosto de 2002, que preza por este objetivo.

Nesse contexto, a presente dissertação visou abordar aspectos relacionados a tecnologia empregada no cultivo estudado na Baía de Guaratuba e a implicação desse manejo sobre o meio ambiente, a fim de discutir esses aspectos e a relação com a carcinicultura em tanque-rede nos dias de hoje.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANA, L. V. 1999. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável, subsídios para a formação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Ed. USFC Florianópolis, p. 310.

BARNABÉ, G. 1990. **Aquaculture**, vol. 1 Ed. By Ellis Horwood Limited, England, p. 65.

BORGHETTI, J. R. & OSTRENSKY, A. 2000. A cadeia produtiva da aqüicultura In: VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A. & BORGHETTI, J. R. (Ed.). **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq e Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 73-106.

BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A. & BORGHETTI, J. R. 2003. **Aqüicultura, uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba p. 130.

BRANDINI, F. P.; SILVA, A. S. & PROENÇA, L. A. 2000. Oceanografia e Maricultura In: VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A. & BORGHETTI, J. R. (Ed.). **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq e Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 107-142.

CONAMA, artigo 48 do **Decreto nº 88.351**, de 1º de julho de 1983. Disponível em: http://www.seia.ba.gov.br/cra_seia/arquivos_upload/legislacao_ambiental/gestao_ambiental/resfed001.pdf> Acesso em: janeiro de 2004.

KUSHING, D. H. 1975. **Ecologia marinha na costa norte do Brasil**. Atlântica, v. 13, n.1, p. 21-28.

- LAEVASTUS, T. & HAYES, M. L. 1981. **Fisheries oceanography and ecology**. Fishing News Books, Farnham, p. 199.
- LAEVASTUS, T. & FAVORITE, F. 1988. **Fishing and stock fluctuations**. Fishing News Books, Farnham, p. 239.
- LEE, D. O. C. & WICKINS, J. K. 1997. **Cultivo de crustáceos**. Ed. Acriba, Espanha, p. 90.
- LUMARE, F. 1982. **Studio sull'allevamento di *Penaeus japonicus* bate in moduli di rete nella laguna di lesina**. Relazione attività. Ministero Agricoltura e Foreste. Italy, p. 38.
- MARTINEZ-CORDOVA, L. C. 1988. **Culture of blue shrimp (*Penaeus stylirostris*) in floating cages**. Universidad de Sonora Hermosillo, Sonora 83000. México. Progress Fish Culturist. 50, p. 39-41.
- NUNES A. J. P. & PARSONS, G. L. 1999. **Feeding levels of the southern brown shrimp *P. sub*. In response to food dispersal**. J. World Aquacult. Soc., v. 30, p.331-348.
- OGAWA, M. 1992. **Melhoramento tecnológico da indústria lagosteira: sob os enfoques do transporte da lagosta viva e da engorda de juvenis**. UFC, Fortaleza. p.85
- OSTRENSKY, A. 1997. **Estudos para viabilização dos cultivos comerciais de camarões marinhos no litoral do Estado do Paraná, Brasil**. 235 f. Dissertação (Doutorado em Ciências Biológicas) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Dep. de Zoologia. Curitiba, Pr, p. 235.
- PAQUOTTE, P., CHIM, L., MARTIN, J. L. M., LEMOS, E. STERN, M. & TOSTA, G. 1998. **Intensive culture of shrimp *Penaeus vannamei* in floating cages: zootechnical, economic and environmental aspects**. Aquac, 164: p. 151-166.
- PEREIRA, L. A. 2001. **Comparação entre os cultivos de camarão *Litopenaeus vannamei* (Bonne 1931) em tanques-rede empregados na baía de Guaratuba e na baía de Paranaguá, estado do Paraná, Brasil**. Monografia (Bacharel em Biologia) – Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
- PILLAY, Z. T. V. R. 1992. **Aquaculture and the environment**. Wiley & sons, Inc. New York, p. 189.
- PRIMAVERA, J. H. & GABASA, P. Jr. 1981. **A comparison of two prawn (*Penaeus monodon*) brood stock system: land based tanks and marine pens**. J. World Maric. Soc. 12 (2). p. 345-356.
- RANA, K. J. 1997. **Trends in global production**. Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries Circular, Rome, v. 886, n.1, p. 3-6.
- ROCHA, I. P. 1998. **Desenvolvimento tecnológico e perspectivas de crescimento da carcinicultura marinha brasileira**. Congresso Sul-Americano de Aqüicultura, 1 Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 10 Simpósio Brasileiro de Camarões, 5, Recife. Anais...Recife, p. 213-236.
- ROSENBERRY, B. 1997. **Shrimp news international. World shrimp farming**. Annual Report, p. 284.

SAMARANAYAKE, R. A. D. 1990. **Pen culture trials with the tiger prawn *Penaeus monodon* in Chilaw lagoon Sri Lanka**. In Hirano e Hanyu (eds). Proceedings of the second Asian Fisheries Forum. Tokyo, Japan, april/1989. The Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, p. 107-108.

SCARDUA, M, P. 1998. Utilização de alimentadores do tipo bandeja no cultivo de camarão rosa *Penaeus paulensis* em tanques-rede. Dissertação de mestrado em Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina. p. 78.

VALENTI, W. C. 2000. **Carcinicultura de água doce no Brasil: mitos, realidade e perspectivas**. Congresso Sul-Americano de Aqüicultura, Recife, Anais, p. 199-206.

WAINBERG, A. A.; CAMARA, M. R.; MILLAMENA, O. M.; TRIO, A. T. & MADENJIAN, C. P. 1998. **Brazilian shrimp farming ... it's growing, but is it sustainable?** Word-Aguacult, v. 29, n. 1, p. 26-30.

WASIELESKY, W. J.; CAVALLI, R. O.; DOLCI, D. & SILVA, T. M. A. 1995. **Crescimento do camarão rosa *Penaeus paulensis* (Crustácea: Decapoda) cultivado em gaiolas e cercados, no estuário da lagoa dos Patos**. Anais do III Encontro Sul Brasileiro de Aqüicultura. p. 14-25.

WASIELESKY, W. Jr. 2000. **Cultivo de juvenis do camarão *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no Estuário da Lagoa dos Patos: Efeitos de parâmetros ambientais e manejo de cultivo**. Dissertação (Doutorado em Oceanografia) – Setor de Oceanografia Biológica, Universidade do Rio Grande.

CAPÍTULO 2 – ASPECTOS ESTRUTURAIS E ZOOTÉCNICOS DOS CULTIVOS DE CAMARÃO EM TANQUES-REDE

2.1 INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, existem poucas pesquisas voltadas ao desenvolvimento da tecnologia empregada nos tanques-rede de cultivo de camarão e ao manejo aplicado na produção desses organismos, e, sendo assim, muitas vezes há o comprometimento técnico e financeiro da atividade.

O presente capítulo visa discutir aspectos relacionados ao manejo do cultivo implantado na Baía de Guaratuba, PR, no intuito de descrever e avaliar a tecnologia empregada na produção de camarões em tanques-rede. Para isso, será realizada uma descrição e avaliação das estruturas de produção utilizadas no cultivo de camarão acompanhado; feita a caracterização das técnicas de manejo empregadas nesse cultivo; avaliados os índices zootécnicos alcançados.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA E SOCIAL DA BAÍA DE GUARATUBA

A Baía de Guaratuba, localizada no litoral do estado do Paraná, possui um complexo estuarino de aproximadamente 250 km² (Fig. 1). O turismo, a agropecuária e a exploração comercial de pescado, moluscos e palmito constituem as principais atividades econômicas da região. A população do município foi estimada em 27.242 habitantes, sendo 23.140 habitantes urbanos e 4.102 habitantes rurais (Fonte: IBGE – www.ibge.gov.br, consultado em maio 2003).

A situação econômica das comunidades do litoral paranaense é, em geral, bastante complexa. Como há uma marcante sazonalidade climática na região, o turismo apresenta-se como uma atividade econômica relevante apenas durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Nos demais meses do ano, a sua importância na geração de renda passa a ser praticamente desprezível.

A maior fonte geradora de renda destas comunidades continua a ser a atividade extrativista. A retirada do palmito, apesar de ser proibida, é amplamente realizada, com graves conseqüências ambientais, além de se caracterizar como um problema de saúde

pública, dadas às precárias condições em que o seu processamento é realizado (ANDRIGUETO, 1999).

A pesca tradicional, que talvez seja a principal atividade extrativista geradora de renda no litoral, também enfrenta problemas, sendo visível a redução contínua que os estoques pesqueiros vêm sofrendo ao longo dos anos, apesar da ausência de estatísticas pesqueiras confiáveis. O aumento do esforço de pesca e a utilização de técnicas extremamente depredatórias são fatores que alimentam este processo de exploração desequilibrada dos ecossistemas costeiros, com reflexos diretos sobre o agravamento do estado de pobreza das comunidades litorâneas, principalmente daquelas mais afastadas dos centros urbanos (ROUGEULLE, 1993).

Através de trabalhos voltados ao desenvolvimento de tecnologias utilizadas na aqüicultura e por meio de produções bem estruturadas e auxiliadas podem surgir alternativas para a solução de muitos problemas no litoral do Paraná. Técnicas apuradas tomarão o lugar de técnicas depredatórias, danos ao ambiente poderão ser minimizados e cultivos aqüícolas colaborarão com a diminuição do estado de pobreza das comunidades costeiras.



Figura 1 – Mapa indicando a localização da Baía de Guaratuba, no litoral do estado do Paraná.

2.2.2 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE UTILIZADA

O camarão branco da espécie *Litopenaeus vannamei* (Decapoda, Penaeidae), é originário da Costa do Pacífico e é encontrado naturalmente desde a porção leste do Oceano Pacífico, na altura de Sonora, no México, até Thumbes, norte do Peru, em faixas de temperatura de 20 aos 30°C. Essa espécie possui preferência por fundos de lama e é encontrada desde a região do infralitoral até profundidades de 72 metros, podendo crescer até cerca de 230 mm na natureza (OSTRENSKY *et al.*, 2000; HERNANDEZ, 2000).

2.2.3 OBTENÇÃO DE DADOS ZOOTÉCNICOS

O presente estudo foi realizado com base no monitoramento de um cultivo de camarão em tanque-rede realizado no ano de 2002, na Baía de Guaratuba, próximo à Ilha da Pescaria (ou “Sepultura”). O empreendimento focado possuía 300 tanques-rede, com uma área de 9m² cada, dispostos em uma área total de aproximadamente 4.200 m².

Durante o trabalho foram realizados três ciclos de produção, denominados de A, B e C, nesse mesmo cultivo. Cada ciclo durou aproximadamente três meses, desde o povoamento até a despesca. O primeiro ciclo iniciou-se no dia 06 de março de 2002 e a despesca do camarão foi realizada a partir do dia 24 de maio de 2002, totalizando 80 dias de produção. Após este ciclo, houve um intervalo de dois meses para o início da segunda produção, situada no mesmo local. Esta segunda etapa durou 173 dias. O terceiro ciclo foi realizado em seguida, sem intervalo entre as produções (Tab. 1).

Tabela 1 – Cronograma dos ciclos de produção (A, B e C), com descrição das análises realizadas.

Ciclo de Produção	Início	Final	Duração	Número de tanques-rede	Análises Realizadas
A	06/03/02	24/06/02	80 dias	300	Solo Água Plâncton Biometrias Sistema de Cultivo
Intervalo	30/07/02	24/09/02	86 dias	0	Solo Água Plâncton
B	24/09/02	08/01/03	76 dias	Nº<300	Solo Água Plâncton
C	08/01/03	14/04/03	97 dias	Nº<300	Solo Água Plâncton

Para o estudo do crescimento dos camarões através da realização de biometrias e para a análise dos aspectos relacionados ao sistema de cultivo, como a estrutura utilizada; manutenção das mesmas; povoamento das pós-larvas; densidade utilizada nos tanques; despesca do camarão; arraçoamento; sobrevivência dos organismos; taxa de conversão alimentar; taxas de crescimento e comércio, somente o primeiro ciclo (A) do cultivo foi considerado. As demais análises (análises de solo, água e plâncton) presentes nessa dissertação foram realizadas nos três ciclos (A, B e C). A maioria destes dados foi

obtida em campo, mas as informações sobre conversão alimentar e sobrevivência dos camarões foram obtidas através de dados fornecidos pelos produtores.

2.2.4 ESTRUTURAS DE PRODUÇÃO

A estrutura de sustentação das redes dos tanques utilizados em Guaratuba durante a realização desse trabalho foi feita por oito barras cilíndricas de aço inox com o formato de “u”. Estas, quando encaixadas duas a duas, passaram a apresentar um formato quadrado, e cinco quadrados foram unidos para formar um cubo, no qual foi amarrado o tanque-rede com 3,6m de lado e 2,0m de altura. A rede usada foi confeccionada em poliéster revestido com PVC de alta durabilidade, resistente a raios UVA e UVB (Fig. 2). Como tampas, foram utilizadas telas quadradas conhecidas como tela anti-pássaro.



Figura 2 - Vista externa da estrutura do tanque-rede utilizado no cultivo realizado na Baía de Guaratuba.

Os tanques-rede utilizados caracterizavam-se como do tipo “misto”, assim denominados por possuírem dois tipos distintos de malha: a parte inferior confeccionada com uma malha de 1,5 x 1,0 mm (espaços denominados berçários, onde foram colocadas as pós-larvas com um peso médio inicial de 0,01 g, residentes nesse local até obtenção de 1,2 g) e a parte superior com abertura de malha de 4,0 mm (local onde os camarões permaneceram até o final do cultivo, atingindo um tamanho em torno de 8,0 mm, com aproximadamente 10 g de peso).

Os tanques-rede foram armados sobre estruturas individuais de flutuação, compostas de tonéis de plástico (ou bombonas), mantidas em locais com profundidade

superior a 3,5 metros. Quatro bombonas de 100 litros foram posicionadas lateralmente em cada tanque-rede, de modo a garantir a flutuação dos mesmos (Fig. 3).



Figura 3 - Vista parcial do sistema de cultivo em tanques-rede monitorado na Baía de Guaratuba, mostrando as estruturas de flutuação.

Os tanques foram mantidos em linha por dois cabos paralelos entre si, e ancorados ao fundo através de poitas. Um dos cabos era de polipropileno (utilizado para manutenção das estruturas em linha) e o outro de polietileno, com monofilamento trançado (para ligação com as poitas), ambos com 12,0 mm de espessura (Fig. 4).

O conjunto, composto pelas estruturas de flutuação e pelos tanques-rede, ficou ancorado no fundo do mar através de poitas de concreto. Cada tanque teve uma poita individual de cerca de 500 kg. As poitas foram dispostas alternadamente e simplesmente colocadas no fundo do mar, para que com a ajuda das correntes marinhas fossem enterradas.



Figura 4 - Vista geral dos tanques-rede monitorados na Baía de Guaratuba, mantidos em linha.

2.2.5 POVOAMENTO

O povoamento dos camarões no cultivo estudado se deu a partir de pós-larvas produzidas no Laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Ao chegar ao cultivo, era medida a salinidade e a temperatura da água nos sacos com as pós-larvas. A seguir, se as diferenças entre a água dos sacos fossem consideradas significativas (superior a 10 °C ou 5 ppmil de salinidade), os sacos eram colocados, ainda fechados, em contato com a água dos tanques-rede e, posteriormente, a água do local era lentamente adicionada ao saco com as larvas, para que (supostamente) houvesse uma aclimação gradual ao ambiente. Nunca houve a aclimação em relação ao pH da água.

No cultivo, as pós-larvas permaneceram nos tanques-rede berçário até atingirem um peso médio de 1,4 g. Em seguida, os tanques-rede foram abaixados até a malha de engorda, no qual os camarões permaneceram até atingirem o seu tamanho comercial.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema monitorado foi idealizado para a realização de um manejo manual, isto é, não houve a utilização de nenhum tipo de estrutura mecânica para o manejo e para o deslocamento das estruturas de produção.

Observações realizadas a campo e depoimentos de técnicos e funcionários envolvidos com o cotidiano do cultivo demonstraram a dificuldade de se trabalhar com as

respectivas estruturas de ferro sem o auxílio de maquinários. Os funcionários informaram sobre a dificuldade de acesso aos tanques para o povoamento, o arraçoamento e a despesca dos camarões, decorrente da altura e da largura das estruturas e da tela antipássaro (tampa), as quais podem, muitas vezes, aumentar a dificuldade de manejo dos tanques-rede (Fig. 5).



Figura 5 - Seqüência de ilustrações que mostram o manejo dos tanques-rede.

Essas questões devem ser consideradas para que as vivências experimentadas a campo contribuam no desenvolvimento de tecnologias inovadoras de cultivo de camarão marinho em tanques-rede.

2.3.1 MANEJO

2.3.1.1 Manutenção das estruturas

Para que as estruturas de produção sejam empregadas da melhor forma possível e para que possibilitem alcançar um nível de produção economicamente viável, alguns tópicos sobre manejo devem ser considerados.

Um dos itens que deveria merecer destaque neste tipo de sistema de produção seria a limpeza das estruturas de produção, principalmente a retirada periódica de organismos incrustantes das redes. Contudo, durante o cultivo acompanhado neste trabalho houve limpeza dos tanques apenas após cada ciclo de produção. Essa falta de limpeza dificultou ainda mais o manejo dos tanques, tornando toda a estrutura extremamente pesada; aumentando o nível de fadiga dos funcionários envolvidos e colocando em risco a própria durabilidade das telas e dos demais materiais que compõem os tanques-rede. No intuito de facilitar esse manejo, muitas vezes os funcionários recorreram à utilização de equipamentos improvisados (Fig. 6) para a retirada dos tanques-rede da água, o que reflete a necessidade de uma melhor capacitação destes para a utilização das estruturas e a falta de investimento em um manejo adequado.



Figura 6 - Equipamento improvisado para a retirada dos tanques-rede da água.

2.3.1.2 Densidade

A densidade de camarões utilizada no cultivo em questão foi de 720 camarões/m². Este valor, porém, não foi empregado em todos os tanques, pois se optou por diminuir a densidade nos tanques posicionados nas extremidades das linhas, já que estes são os mais afetados pelas fortes correntes marinhas do local.

Esta densidade é considerada alta quando comparada às utilizadas por LOMBARDE & MARQUES (2003), que relatam uma densidade de 100 a 150 camarões por metro quadrado. Mesmo quando comparada às densidades utilizadas por OSTRENSKY *et al.*, (2001), que sugere uma densidade de 300 camarões por metro quadrado, estes valores continuam altos.

2.3.1.3 Despesca

No cultivo estudado, foi realizada uma despesca seletiva, na qual os camarões que atingiam o tamanho comercial eram despescados e os pequenos eram concentrados em outros tanques-rede, até atingirem o tamanho para abate.

Estabeleceu-se como critério de despesca o tamanho comercial de 10 gramas, em média, por camarão, nos três ciclos acompanhados. O cultivo descrito apresentou camarões com peso médio de 7,8 g.

A despesca sempre ocorria conforme a demanda de pedidos. Por exemplo, para completar um pedido de 5.000 camarões era realizada a despesca de um tanque-rede, do qual eram retirados os camarões com tamanho comercial. Faltando camarão, outros tanques eram despescados, com o auxílio de puçás. Apesar de parecer um manejo

simples e prático, esse método impossibilitou mensurar com precisão a taxa individual de sobrevivência alcançada em cada tanque-rede.

É importante salientar que na despesca seletiva alguns tópicos não são observados, como a existência de “camarões-anão” no cultivo. “Camarões-anão” são camarões que por deficiência genética ou fisiológica, decorrente ou não de doenças, não atingem o tamanho comercial. Tal característica pode estar associada à infecção dos animais pelo vírus IHHNV, ou uma simples resposta à falta de uma maior seleção genética dos camarões empregados no cultivo. Infecções como IHHNV são comuns em populações silvestres, como nas de cativeiro (BROCK *et al.*, 2003) – (Vide NOTA ao final da dissertação).

O fluxograma abaixo (Fig. 7) ilustra as fases do cultivo, desde o povoamento até a despesca e venda dos camarões produzidos.

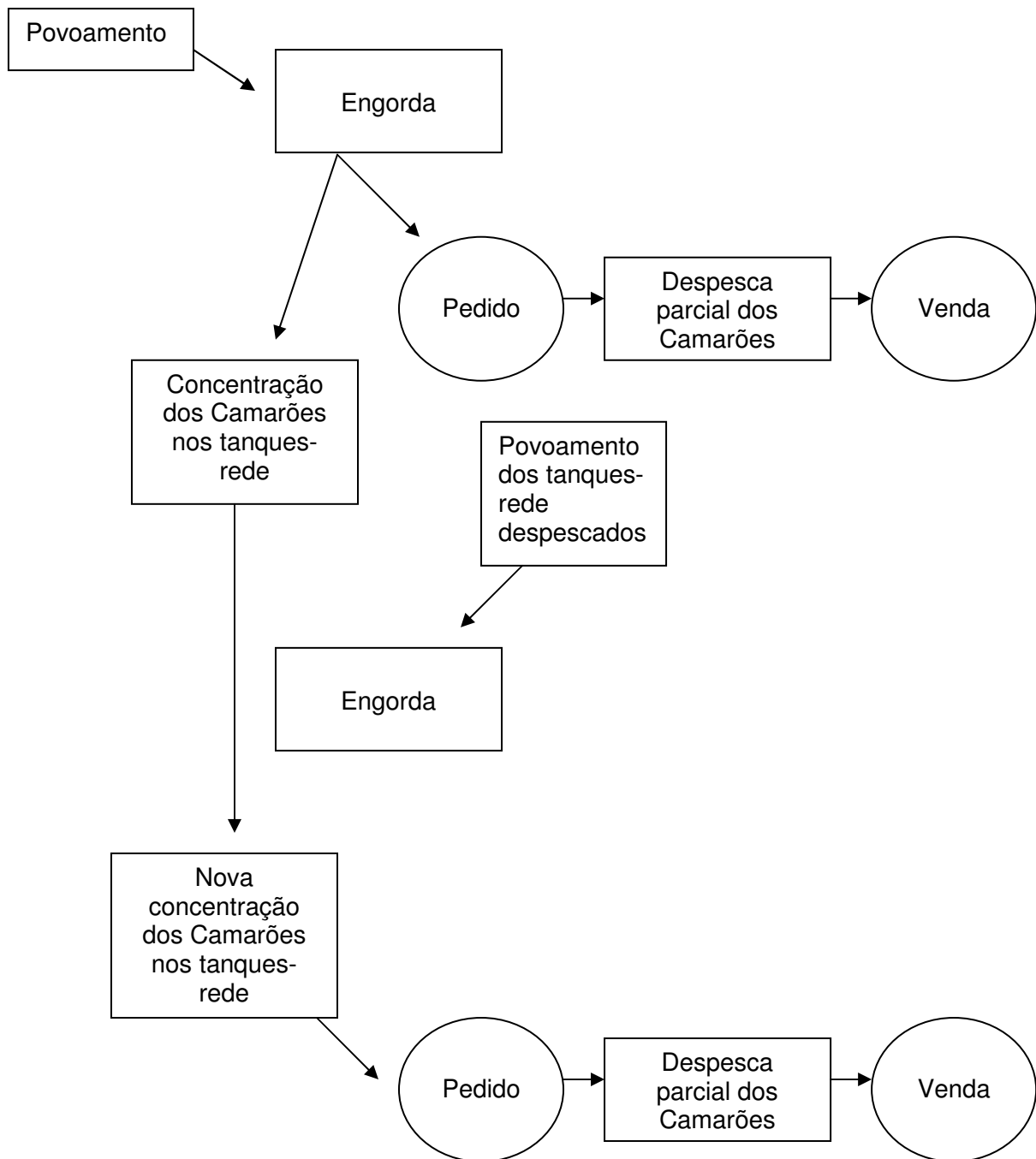


Figura 7 - Fluxograma ilustrando a dinâmica do cultivo de camarão em tanque-rede empregado na Baía de Guaratuba, PR.

2.3.1.4 Arraçoamento

A taxa de arraçoamento é uma das características do manejo que mais interfere na qualidade da produção. No caso do cultivo estudado, foi utilizada a ração para peixe “Acqua Line” da Alisul Alimentos S.A. Os produtores optaram por esse produto em decorrência do alto preço da ração de camarão no mercado. Entretanto, durante o ciclo monitorado, foi também empregada a ração para camarão da “Guabi”, no intuito de uma melhora da conversão alimentar dos organismos cultivados.

Para analisar o valor nutricional das rações empregadas no cultivo estudado, foram coletadas amostras dos produtos, as quais foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Paraná. Testes para a detecção e a quantificação de proteína bruta, extrato etéreo, resíduo mineral, fibra, minerais (cálcio, fósforo e magnésio) e umidade foram realizados, conforme mostram as Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Análise nutricional da ração Guabi.

Análise	(%)	Minerais	(%)
Umidade	6,61	Cálcio	2,93
Proteína Bruta	36,37	Fósforo	1,56
Extrato Etéreo	13,27	Magnésio	-
Resíduo Mineral	11,83		
Fibra Bruta	2,42		
FDA	-		
FDN	-		
ENN	29,46		

Tabela 3 - Análise nutricional da ração Acqua Line.

Análise	(%)	Minerais	(%)
Umidade	6,06	Cálcio	3,34
Proteína Bruta*	41,44	Fósforo	2
Extrato Etéreo	11,65	Magnésio	-
Resíduo Mineral	12,99		
Fibra Bruta	5,42		
FDA	-		
FDN	-		
ENN	22,44		

*Nx6,25 (N=Nitrogênio)

As Tabelas 2 e 3 mostram a maioria dos valores nutricionais semelhantes para ambas as rações utilizadas no cultivo. Por essa razão, não há condições de inferir sobre um melhor desempenho de alguma dessas rações, em relação à análise nutricional, principalmente porque não foi realizado um aminograma, que poderia estabelecer a existência de diferença no perfil de aminoácidos entre ambas.

O arraçoamento foi realizado a cada quatro horas. Não havia, contudo, uma metodologia suficientemente clara e padronizada para determinação da quantidade de ração a ser fornecida para os animais de cada tanque-rede. Não se usava bandeja de alimentação nos referidos cultivos, de modo que a quantidade fornecida podia tanto ser estipulada com base na análise visual de sobras de ração do período anterior ou em tabelas de arraçoamento encontradas em manuais de carcinicultura.

A ração foi fornecida através de voleio lançada em sentido contrário ao da corrente (Fig. 8). Segundo NUNES & PARSONS (1999), a grande vantagem do voleio, em relação ao arraçamento exclusivo em bandejas, é a distribuição igualitária do alimento sobre toda área de cultivo. Isto permite um maior acesso individual dos camarões ao alimento ofertado, reduzindo a competição alimentar e aumentando o consumo de ração.



Figura 8 - Foto mostrando o momento de arraçamento por voleio.

Contudo, o voleio não permite um controle preciso da ração fornecida aos camarões. Além disso, acredita-se que parte da ração não consumida pelos organismos acaba passando pelo fundo da malha do tanque-rede, direcionando-se para o solo do estuário, o que pode ocasionar a oxidação do sedimento, ou, o que é até pior para o produtor, ficar retida no fundo do tanque, criando um ambiente anaeróbio e extremamente indesejável sob o ponto de vista técnico.

Outro problema detectado foi a ocorrência de perdas de ração através da tela anti-passáro, na qual a ração ficava freqüentemente retida, principalmente quando esta tela se encontrava molhada (Fig. 9).

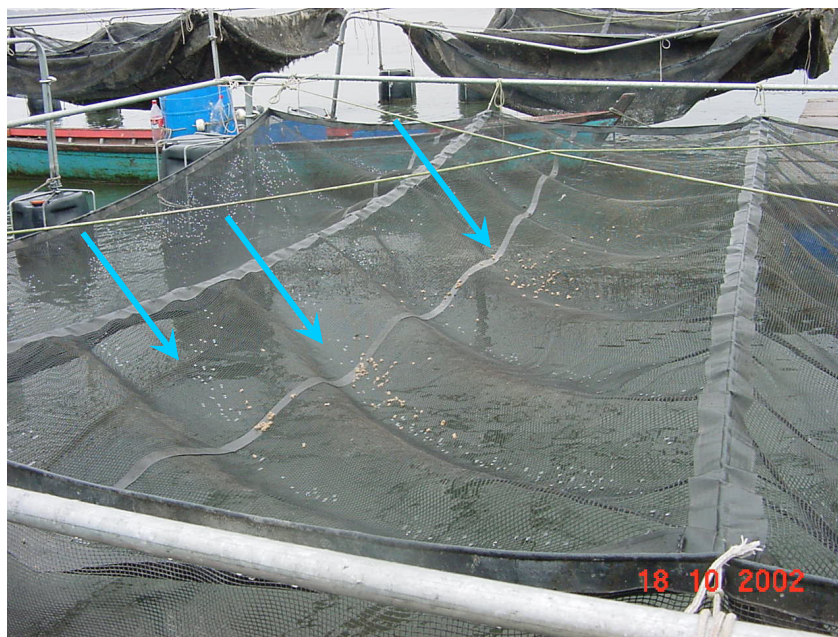


Figura 9 - Foto exemplificando a perda de ração, retida na tela anti-pássaro.

Na carcinicultura moderna, a análise biométrica regular dos camarões cultivados é uma ferramenta muito útil, pois permite chegar ao cálculo da biomassa dos camarões, dado este que pode ser utilizado para a correção alimentar dos organismos de acordo com a sua fase de vida ou de crescimento.

No caso do cultivo de Guaratuba, todavia, esta correção da quantidade de alimento a ser fornecido foi realizada apenas com base em critérios visuais ou com auxílio de uma planilha com valores pré-estipulados para esta correção alimentar (Tab. 4). Os produtores não utilizavam as biometrias, nem o consumo de ração dos camarões para promover tais correções.

Tabela 4 - Planilha de arraçamento utilizada no cultivo de Guaratuba para cada tanque-rede.

Semana	Mínimo (g/tanque)	Máximo (g/tanque)
1 ^ª	100	170
2 ^ª	100	189
3 ^ª	150	279
4 ^ª	250	447
5 ^ª	400	675
6 ^ª	520	896
7 ^ª	850	1295
8 ^ª	960	1467
9 ^ª	1050	1623
10 ^ª	1350	1965
11 ^ª	1500	2173
12 ^ª	1700	2435
13 ^ª (a partir)	1800	2581

2.3.2 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

2.3.2.1 Sobrevivência

É importante ressaltar que os dados de sobrevivência deste trabalho não puderam ser obtidos diretamente a campo, sendo fornecidos pela gerência da empresa que administra os cultivos em tanque-rede de Guaratuba.

Em média, estima-se que a taxa final de sobrevivência obtida no cultivo realizados em Guaratuba tenha sido de cerca de 60% e a produtividade de cerca de 60 kg de camarão por tanque. Estes resultados podem ser considerados bastante satisfatórios.

JORGENSEN (2001) obteve um resultado de 26% de sobrevivência após 60 dias de cultivo do camarão rosa *F. paulensis*, cultivados em cercados, no Rio Grade do Sul. Em seu experimento com *L. vannamei* em tanques-rede, PAQUOTTE *et al.* (1998), encontraram um resultado melhor com 49% de sobrevivência após 120 dias de cultivo, com uma densidade inicial de 200 camarões por metro quadrado.

2.3.2.2 Taxa de conversão alimentar aparente

Considerando os dados sobre consumo de ração citados anteriormente, foram utilizados, aproximadamente, 17,04 kg de ração ao longo do primeiro ciclo de produção (ciclo A). Como a produção declarada pelos próprios produtores foi, em média de 60Kg de camarão por tanque-rede, a conversão alimentar teria sido de aproximadamente 0,28 kg de ração para cada kg de camarão produzido (0,28:1).

Esses dados demonstram uma taxa de conversão alimentar aparente melhor quando comparada com o valor encontrado no trabalho de SEIFFERT *et al.* (2003), que relata uma conversão alimentar de 1,1:1. Valor muito semelhante foi encontrado por CHAMBERLAIN (1995), que apresentou uma conversão alimentar de 1,2:1, o mesmo valor citado por BARBIERI & OSTRENSKY (2002) para a carcinicultura realizada em viveiros. Considerando que o camarão cultivado em tanque-rede obtém parte do seu alimento do ambiente, a conversão alimentar apresentada nos tanques-rede estudados é significativamente alta.

Esta conversão tem um reflexo direto na margem de lucro do produtor, já que na aqüicultura em geral, os custos com ração giram em torno de 60% do preço total dos cultivos. Portanto, uma conversão alimentar alta pode significar redução dos custos da produção, proporcionando um retorno financeiro positivo aos carcinicultores (BARBIERI & OSTRENSKY, 2002).

2.3.2.3 Taxas de Crescimento

Para a análise das taxas de crescimento foram monitorados 10 tanques-rede, amostrados quinzenalmente, ao longo do primeiro ciclo do cultivo (A). Destes, foram retiradas amostras contendo 30 camarões cada, os quais passaram por uma avaliação biométrica. Primeiramente, os camarões foram classificados em grupos (pequeno, médio e grande, segundo análise visual) e pesados com o auxílio de uma balança de campo. Em seguida, foram retiradas amostras de 15 camarões para a realização das medidas individuais de comprimento, com o auxílio de um paquímetro de precisão. O peso inicial das pós-larvas foi de, aproximadamente, 0,1 g e o peso médio e o comprimento dos camarões na população ao final do primeiro ciclo, foram de 5,1 g e 88 mm, respectivamente. O maior camarão possuía 10,7 g e 130,1 mm e o menor, 2 g e 86 mm.

A Figura 10 mostra as respectivas curvas de crescimento, em relação ao peso médio dos camarões, em cada um dos dez tanques-rede monitorados durante os 80 dias de produção (primeiro ciclo).

PEREIRA (2001), discute em seu trabalho com cultivo do camarão *L. vannamei* em tanque-rede, que o manejo deve estar associado principalmente à variável peso, sendo essa variável comparada ao comprimento dos organismos ao longo do tempo. Esse fato poderia explicar as diferenças obtidas nas curvas de crescimento encontradas no presente trabalho, já que muitas vezes o manejo empregado nos diferentes tanques monitorados sofreu variação, como diferenças na quantidade de ração administrada.

Além disso, apesar dos tanques estarem inseridos numa mesma área, diferenças naturais, como força da corrente, podem influenciar de maneira distinta cada tanque-rede. Os tanques situados nas extremidades dos cultivos, por exemplo, sofrem interferência aumentada dessas correntes, as quais podem carregar a ração para fora das estruturas. Analisando as curvas abaixo obtidas, acredita-se que tais características podem ter ocasionado crescimentos distintos nos tanques-rede estudados.

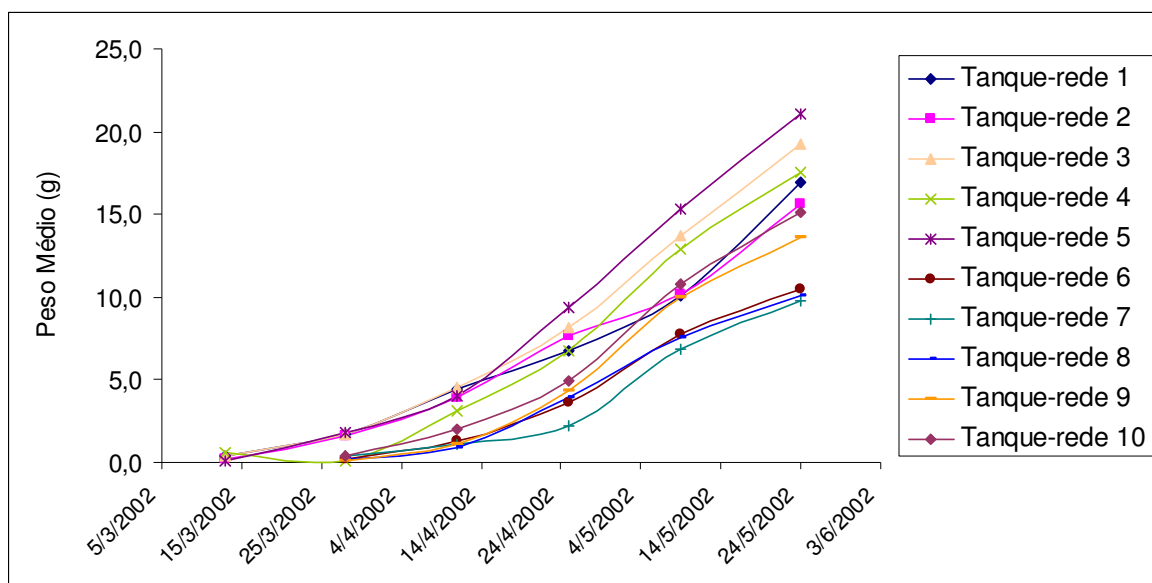


Figura 10 - Curvas de crescimento dos camarões de diferentes tanques-rede, no primeiro ciclo do cultivo realizado em Guaratuba.

A Figura 11 mostra a proporção de camarões pequenos, médios e grandes, em relação ao comprimento total e peso médio dos organismos, ao final do primeiro ciclo. A classe de camarões pequenos perfaz 6% da safra, a dos médios, 69% e a dos grandes, 25%. Esses dados representam, também, as diferenças na velocidade de crescimento dos camarões nos diversos tanques-rede monitorados, como discutido acima.

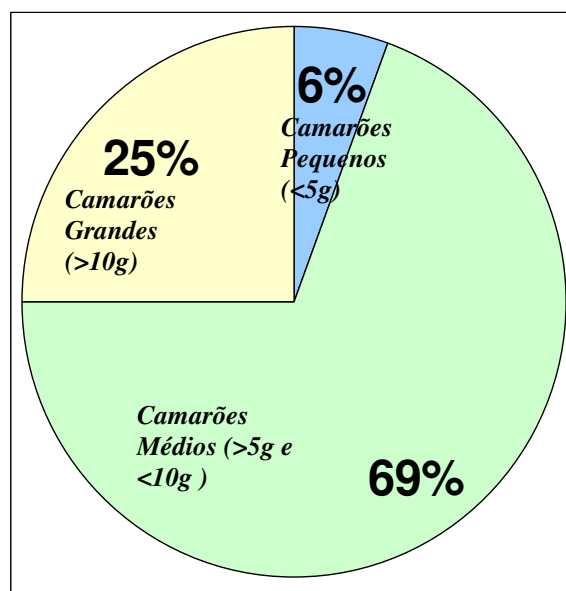


Figura 11 - Proporção entre os camarões pequenos, médios e grandes no final do primeiro ciclo do cultivo.

2.3.3 COMERCIALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Em relação à produção acompanhada neste trabalho, o preço de venda do camarão para o consumo alimentício, com cerca de 13 g, raramente passou de R\$ 9,00/kg (US\$ 3,05). Já o “camarão-vivo”, utilizado como isca-viva, com aproximadamente 10 g, chegou a ser vendido no Estado do Paraná por R\$ 3,00 (US\$ 1,01) a dúzia. Neste caso, o quilo de camarão estaria sendo vendido a R\$ 50,00/kg. Como a grande maioria dos camarões produzidos durante o período monitorado foi vendida viva, esta atividade tornou-se extremamente atraente para o produtor.

Outro fator interessante que vale ser discutido para o Estado do Paraná é que, independente da forma como é comercializado o camarão, o fator que realmente determina o preço é o tamanho e não a espécie do mesmo. Segundo OSTRENSKY (1997), por enquanto, o mercado não faz qualquer distinção entre camarões cultivados ou selvagens. Ambos têm as mesmas cotações e nível de aceitação no mercado.

A questão é que há ainda um grande hiato a ser resolvido, caso exista a necessidade de mudança de nicho de mercado, isto é, migração do mercado da isca-viva para o do consumo alimentício, pois a viabilidade econômica das produções de camarão em tanques-rede se torna ameaçada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETTO, J.M. 1999. Sistemas técnicos de pesca e suas dinâmicas de transformação no litoral do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. p. 242

BARBIERI, C. & OSTRENSKY, A. 2002. **Camarões marinhos – Reprodução, Maturação e Larvicultura**. Vol. 1. Ed. Aprenda Fácil, Viçosa – MG, p. 370.

BAILEY-BROCK, J. H.; MCGURR, M.; BYBEE, D. & LEE, H. 2003. **Impacts of open water mariculture of pacific threadfin, (*Polydactylus sexfilis*) on the benthos off Oahu, Hawaii**. Anais do Word Aquaculture, p. 67.

CHAMBERLAIN, G. 1995. **Frontiers in shrimp nutrition. Swimming through troubled water**. Proceedings of the Special session on Shrimp Farming. WAS, Baton Rouge, Louisiana, USA, p. 108-117.

HERNANDEZ, J. Z. 2000 **Manual purina de biossegurança no cultivo de camarões marinhos**. Paulínia, p. 36.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **IBGE**. Disponível em: www.ibge.gov.br> Acesso em: maio 2003).

JORGENSEN, P. 2001. **Cultivo intensivo de juvenis do camarão rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967) em cercados: avaliação experimental do sistema de engorda numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos**. Monografia (Bacharel em Oceanografia) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

LOMBARDE, J. V. & MARQUES, H. L. A. 2003. **Criação de camarões marinhos em gaiolas flutuantes integrada ao cultivo de algas e mexilhões**. Anais do Word Aquaculture, p. 757.

NUNES A. J. P. & PARSONS, G. L. 1999. **Feeding levels of the southern brown shrimp *P. sub.* In response to food dispersal**. J. Word Aquacult. Soc., v. 30, p.331-348.

OSTRENSKY, A. 1997. **Estudos para viabilização dos cultivos comerciais de camarões marinhos no litoral do Estado do Paraná, Brasil**. 235 f. Dissertação (Doutorado em Ciências Biológicas) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. – Zoologia. Curitiba, Pr., 235pp.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. & PEDINI, 2000. M. Situação Atual da Aquicultura Brasileira e Mundial. In: VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R. (Ed.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq e Ministério da Ciência e Tecnologia, p.353-382.

OSTRENSKY, A.; PILCHOWSK, R. W. & SILVA, T. 2001. **Manual de produção de camarões marinhos em tanque-rede**. Ed. Sansuy São Paulo p. 66.

PAQUOTTE, P.; CHIM, L.; MARTIN, J. L. M.; LEMOS, E.; STERN, M. & TOSTA, D. 1998. **Intensive culture of shrimp *Penaeus vannamei* in floating cages: zootechnical, economic and environmental aspects**. Ed. Elsevier Science. p. 1-16.

PEREIRA, L. A. 2001. **Comparação entre os cultivos de camarão *Litopenaeus vannamei* (Bonne 1931) em tanques-rede empregados na baía de Guaratuba e na baía de Paranaguá, estado do Paraná, Brasil**. Monografia (Bacharel em Biologia) – Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

ROUGELLE, M. D. 1993. **Aspects des peches maritimes brasiennes (Aspects des peches maritimes brasiennes)**. Paris, p. 40.

SEIFFERT, W. Q. 2003. Disponível em <http://www.lcm.ufsc.br/trabalho/> - **O cultivo de camarões marinhos no estado de Santa Catarina "Resultados e Perspectivas"**. Consultado em setembro de 2004.

3.1 INTRODUÇÃO

As regiões litorâneas brasileiras, de um modo em geral, apresentam uma dinâmica natural bastante intensa, caracterizadas pela coexistência de zonas de alta densidade populacional humana, de atividades comerciais e industriais significativas, o que, não raro, acaba provocando grandes modificações e deterioração ambiental nas zonas estuarinas (CLARK, 1996).

As características citadas acima são suficientes para que as baías sejam reconhecidas como zonas ecologicamente importantes (SEELIGER, 1992). Segundo o mesmo autor, a necessidade de compreender e manejar esse ecossistema e as águas adjacentes deve ser tarefa prioritária, já que, historicamente, as demandas sócio-econômicas (atividades portuárias, industriais, agrícolas, pesqueiras e turísticas) tendem a se confrontar com os interesses ecológicos (produção biológica e biodiversidade) destas regiões.

A exploração de recursos biológicos, por meio da aquicultura ou através da pesca, está concentrada na estreita zona da plataforma costeira. Esta região caracteriza-se por grandes variações ambientais e tem sido enormemente afetada pelas atividades humanas (ANDRIGUETO, 1999). Diversos aspectos contribuem para a contaminação das regiões marinhas e, atualmente, estudos a respeito dos impactos causados por cultivos de diversos organismos têm sido desenvolvidos (PAQUOTTE *et al.*, 1998).

A contaminação do meio aquático, causada pela descarga excessiva ou não controlada da matéria orgânica acumulada nos efluentes de cultivo de camarões, por exemplo, pode trazer sérios danos ao próprio empreendimento, por alterações das características físico-químicas da água. Essas alterações podem provocar fenômenos como florações de microalgas e levar a um estado de depressão das concentrações de oxigênio dissolvido na água. A eliminação de efluentes de cultivo com altos níveis de matéria fecal e restos alimentares, por sua vez, pode levar a um processo de eutrofização da água circundante, colocando em perigo o desenvolvimento das espécies cultivadas (BARNABÉ, 1990).

A carcinicultura marinha tradicional utiliza, na maioria das vezes, áreas adjacentes a estuários (SAMOCHA & LAWRENCE, 1997). No caso dessa atividade, o comprometimento da qualidade da água está também relacionado ao emprego de densidades cada vez maiores nos viveiros de cultivo, às reduzidas taxas de renovação da

água e às altas taxas de matéria orgânica introduzida (via alimentação, principalmente) nos sistemas de cultivo (WAINBERG *et al.*, 1998).

Em relação à carcinicultura em tanques-rede, os principais impactos ambientais podem igualmente estar associados ao acúmulo de matéria orgânica, sendo que os compostos nitrogenados e fosfatados são os principais subprodutos originados a partir dos aportes de matéria orgânica no sistema. A amônia total é o principal produto de excreção dos camarões, e sua liberação é geralmente proporcional à taxa de ingestão alimentar (BRUNE & TOMASSO, 1991).

Em relação ao fósforo, uma das maneiras de acréscimo desse elemento ao ambiente é através das rações. A matéria prima das rações de uso animal, a soja, contém elevadas concentrações de fósforo. Esse fósforo, porém, está insolúvel e indisponível, sob a forma de ácido fítico. Por isso, normalmente se adiciona mais fósforo à ração, e aquele existente na soja e outros grãos acaba sendo parcial ou inteiramente descartado no meio ambiente. Como solução, atualmente já existe no mercado uma enzima denominada fitase, que misturada à ração promove a digestão do ácido fítico e libera o fósforo do grão para a nutrição do animal. Entretanto, boa parte das rações ainda não possui essa enzima (TSUKAMOTO, 2004).

No ambiente, esses nutrientes podem ser acumulados, bioprocessados ou carregados para outros locais. Para que a qualidade hídrica dos sistemas de produção seja mantida, portanto, deve haver alta taxa de renovação da água. A renovação da água evita o acúmulo de metabólicos indesejáveis próximos às unidades de produção, impedindo, dessa forma, a eutrofização do meio e a conseqüente queda das concentrações de oxigênio dissolvido na água (HOPKINS *et al.*, 1993).

Em sistemas abertos, como é o caso dos tanques-rede e cercados, estima-se que estes problemas devam ocorrer em menor escala, mas é essencial que haja grande circulação da água e que o ambiente no qual os sistemas de cultivo estão inseridos tenha uma área adequada para que as produções ali implantadas sejam sustentadas (WASIELESKY, 2000). Aliada às características citadas, é recomendável, para o bom andamento dos cultivos, que se realize um monitoramento dos parâmetros físicos e químicos da água.

3.2 OBJETIVOS

O presente capítulo objetivou a avaliação temporal de parâmetros físico-químicos nas áreas de entorno dos tanques-rede e a avaliação das possíveis alterações hidrológicas sobre o processo produtivo de camarões cultivados na Baía de Guaratuba, PR.

Para isso, objetivou-se o monitoramento dos parâmetros físicos da água (temperatura e salinidade) na área de implantação dos tanques-rede, além dos parâmetros químicos: análise em laboratório dos níveis de nitrogênio amoniacal dissolvido (amônio), nitrito dissolvido e fosfato (orto) dissolvido, na área de implantação dos tanques-rede e em quatro pontos do entorno do cultivo. Visou-se, ainda, a realização da correlação dos dados obtidos com possíveis impactos causados pelo cultivo de camarão em tanque-rede.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Foram coletadas amostras do local de implantação dos tanques-rede e do entorno do cultivo, no intuito de se estudar os possíveis impactos causados pelo cultivo de camarão em tanque-rede na Baía de Guaratuba.

Para a definição desses pontos de coleta, foi realizado um levantamento prévio de quais pontos seriam relevantes no monitoramento dessa atividade, considerando as características fisiográficas e sociais locais.

Baseado em mapas, consultas com pesquisadores, relatos de pescadores e considerando a dinâmica de água e correntes da Baía de Guaratuba, foram escolhidos 5 pontos amostrais (Fig. 12).

São estes:

Ponto 01 - Local exato do cultivo de camarão em tanque-rede (25°51'31" latitude Sul e 48°34'33" longitude oeste).

Ponto 02 - Localizado a aproximadamente 200m a oeste do cultivo.

Ponto 03 - Localizado a aproximadamente 200m a nordeste do cultivo.

Ponto 04 - Localizado a aproximadamente 200m a sudoeste do cultivo.

Ponto 05 - Ponto Referencial, sem influência aparente do cultivo de camarões, mas próximo o suficiente para representar as condições hidrológicas locais. Localizado a aproximadamente 1000m a sudoeste do cultivo.

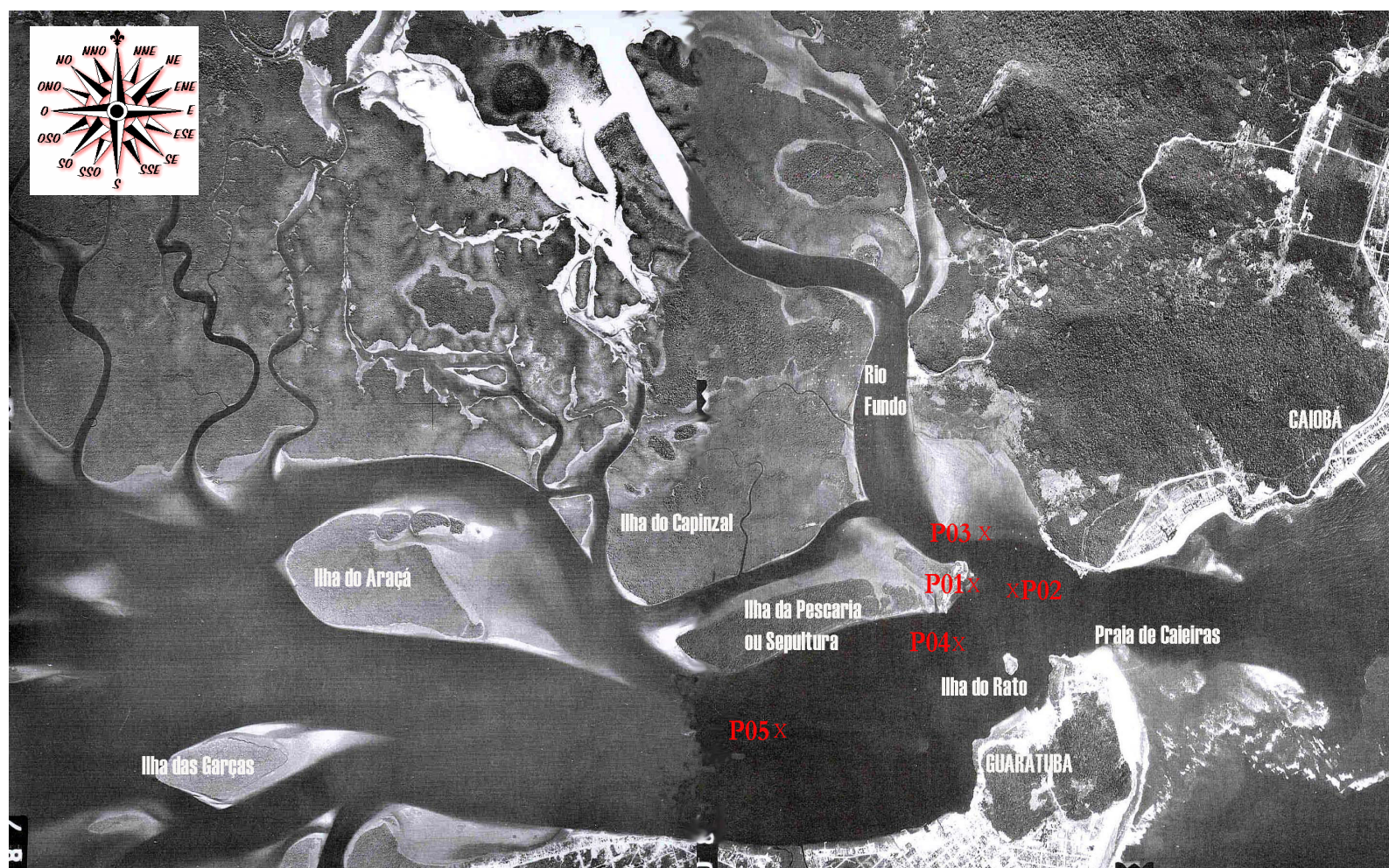


Figura 12 - Mapa da Baía de Guaratuba com a representação dos pontos amostrais, em vermelho, de P01 a P05.

Os 5 pontos acima descritos também foram utilizados para a coleta das amostras de plâncton e do sedimento, análises estas que serão discutidas nos capítulos 4 e 5.

3.3.2 COLETA DAS AMOSTRAS

A obtenção dos dados físico-químicos da água foi realizada com base no monitoramento diário da temperatura (através de um termômetro de mercúrio) e salinidade (através de um densímetro) - (análises físicas), e através de coletas mensais de água para análise em laboratório dos níveis de nitrogênio amoniacal dissolvido (amônio), nitrito dissolvido e (orto) fosfato dissolvido (análises químicas).

Os dados de temperatura (coletados pelos funcionários através de um termômetro de mercúrio) e de salinidade (coletados através de um densímetro) foram obtidos apenas no ponto 01 (local do cultivo), sendo anotados em uma planilha de campo.

Já para as análises de amônia, nitrito e fosfato, as coletas foram realizadas nos cinco pontos amostrais (01 ao 05) e a metodologia utilizada foi a mesma em todos eles. A

coleta dessas amostras foi realizada sempre na maré vazante, na camada superficial da coluna d'água, com o auxílio de um balde. Deste balde eram retirados 2 litros de água que passavam imediatamente por um filtro. As garrafas na qual as amostras eram depositadas eram previamente lavadas com água doce e depois com a própria água do ponto amostral. Após coleta das amostras, essas garrafas eram armazenadas em uma caixa de isopor com gelo, sendo, em seguida, levadas para o Laboratório de Pesquisas de Organismos Aquáticos (LAPOA), onde eram acondicionadas em freezer para posterior análise do conteúdo.

Como foram realizados três ciclos durante o tempo de realização desse estudo, foi possível analisar a quantidade de nutrientes presente na água durante o intervalo entre o primeiro e segundo ciclo. O primeiro ciclo foi chamado de A, o segundo de B e o terceiro de C. Entre os ciclos B e C não houve intervalo, por isso não há dados a serem analisados (Vide tab. 1 no Capítulo 2).

3.3.2.1 Metodologia para análise do nitrogênio amoniacal dissolvido

A metodologia utilizada para a análise do nitrogênio amoniacal dissolvido (amônia) foi adaptada de SOLORZANO (1969), modificado por STRICKLAND & PARSONS (1972).

A medida do nitrogênio amoniacal dissolvido foi realizada em espectrofotômetro da marca Spectronic, modelo 20 Genesys^(tm).

3.3.2.2 Metodologia para análise do nitrito

A análise do nitrito fundamenta-se na reação de GRIESS, sendo a metodologia voltada à água do mar descrita por BENDSCHNEIDER & ROBINSON (1952) e por AMINOT & CHAUSSEPIED (1983).

A medida do nitrito foi realizada em espectrofotômetro da marca Spectronic, modelo 20 Genesys^(tm).

3.3.2.3 Metodologia para análise do fosfato

A metodologia para a análise do fosfato foi descrita por MURPHY & RILEY (1962), adaptada por AMINOT & CHAUSSEPIED (1983).

A medida do fosfato foi realizada em espectrofotômetro da marca Spectronic, modelo 20 Genesys^(tm).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 PARÂMETROS FÍSICOS

A temperatura média da água durante o cultivo foi de 23,5 °C, sendo o limite máximo a temperatura de 30 °C e limite mínimo de 16°C.

A salinidade média foi de 24,2 ppmil, sendo o limite máximo o valor de 35 ppmil e o mínimo zero. Com base na literatura, o limite da salinidade em baías de modo geral pode variar de 1 a 40 ppmil (BRAY *et al.*, 1994), ou no caso específico da Baía de Guaratuba, de 0 a 35 ppmil (VENDEL & CHAVES, 2001). Apesar de neste estudo não ter sido realizada a medição da salinidade na coluna d'água, segundo relatos de pescadores e produtores envolvidos no cultivo monitorado, este limite de zero geralmente não é observado em toda a coluna d'água, sendo registrado apenas em uma faixa de aproximadamente 2 metros da superfície. Este fenômeno pode ocorrer devido à cunha salina (explicada pela força das correntes de água doce que sai dos rios e da água salgada do oceano) ou devido à estratificação salina explicada pela média pluviométrica mensal na região de Guaratuba. A pluviosidade média na região pode variar de 100 mm nos meses mais secos - maio a agosto - a 700 mm nos meses chuvosos janeiro a março, época do ano em que se verificam as estratificações salinas (Dados do Centro de Estudos do Mar - CEM, 2004).

Em relação ao cultivo monitorado, este fenômeno pode ter prejudicado a produção, já que os camarões, limitados ao espaço dos tanques-rede, ficaram impossibilitados de buscar áreas de maior conforto salino. Além disso, como podem ocorrer significativas variações diárias de salinidade, os animais ficam expostos a mais esse fator, o que pode ser bastante prejudicial ao desenvolvimento das suas atividades fisiológicas. Segundo BRAY *et al.* (1994), uma grande variação de salinidade pode afetar o crescimento e a sobrevivência de camarões cultivados, como observado em seu estudo com *L. vannamei*.

3.4.2 PARÂMETROS QUÍMICOS

3.4.2.1 Nitrogênio amoniacal dissolvido

O nitrogênio amoniacal está presente sob duas formas dissolvidas: o amoníaco ou amônia (NH_3) e o íon amônio (NH_4^+), cujas proporções relativas dependem do pH, da temperatura e da salinidade ocorrentes no ambiente amostrado.

Nas águas marinhas e continentais, a forma predominante é a do íon NH_4^+ . Como a forma NH_3 é a mais tóxica, as concentrações de NH_4^+ podem ser elevadas, sem que sua toxicidade seja muito crítica (ARANA, 1997).

Os dados de pH e de temperatura observados nesse estudo não variaram muito, sendo os valores médios iguais a 8,4 e 23,5°C, respectivamente. As concentrações do nitrogênio amoniacal ficaram entre 2,8 $\mu\text{g/L}$ (valor observado no ponto 01) e 0,2463 mg/L (valor observado no ponto 02), conforme indica a Figura 13. Os resultados das análises de nitrogênio amoniacal dissolvido na água não apresentaram diferença significativa entre os pontos amostrados ($p>0,05$).

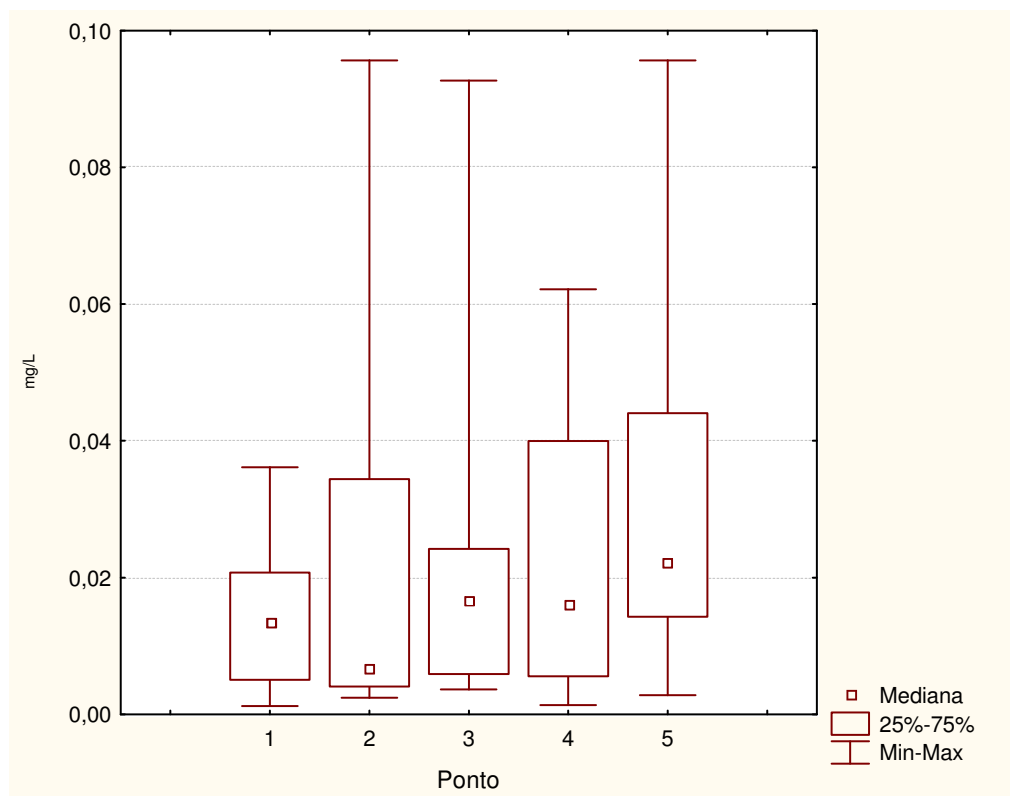


Figura 13 - Valores de nitrogênio amoniacal, em mg/L, nos diferentes pontos amostrais.

Também não houve diferença significativa entre as concentrações de amônio durante os três ciclos realizados e o intervalo entre o primeiro e o segundo ciclo ($p>0,05$) - (Fig. 14).

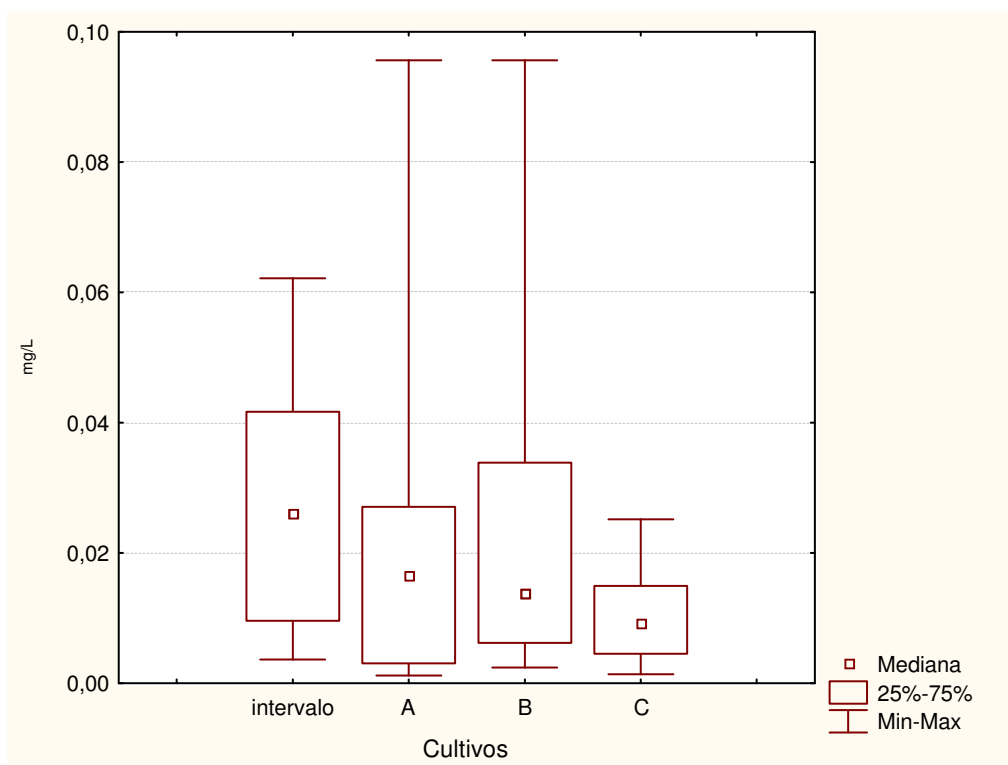


Figura 14 - Valores de nitrogênio amoniacal, em mg/L, nos diferentes ciclos realizados.

Além disso, não houve diferença significativa nas concentrações de nitrogênio amoniacal ao longo das estações do ano ($p > 0,05$) - (Fig. 15).

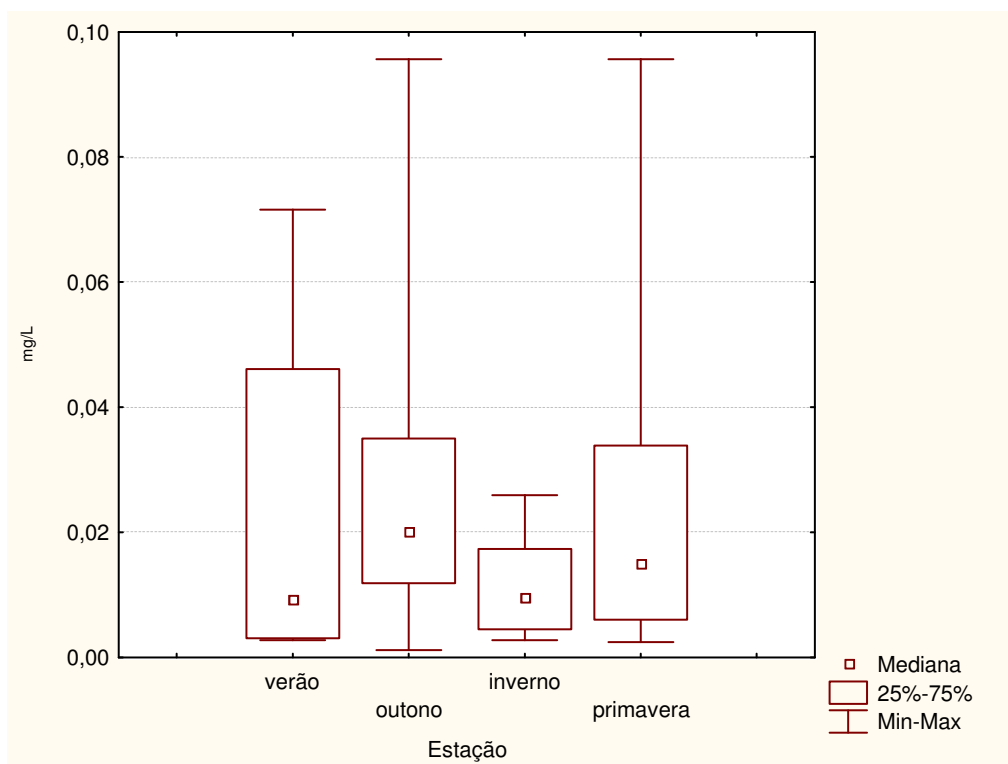


Figura 15 - Valores de nitrogênio amoniacal, em mg/L, nas diferentes estações do ano.

OSTRENSKY *et al.* (1992) reportaram níveis tóxicos de NH_3 , em um período de 96 horas, para protozoéa, misis e pós-larva de camarão: 0,69 mg/L; 0,80 mg/L e 0,32 mg/L, respectivamente.

BLACK (2001), por sua vez, em um experimento com algumas espécies de salmonídeos e ciprídios, determinou que os valores de confiança para estas espécies variam de 0,24 a 0,49 mg/L de amônia não ionizada.

Outros estudos com peixes da espécie *Odontesthes argentinensis* (peixe-rei), realizados por OSTRENSKY *et al.* (1992), comprovaram que os valores limites para os alevinos deste peixe (com 0,14g) foram de 1,48 mg/L; 1,30 mg/L; 0,80 mg/L e 0,80 mg/L de NH_3 em 24, 48, 72 e 96 horas de exposição contínua, respectivamente.

No caso de um aumento nas concentrações do íon amônio, os riscos de alterações ecológicas passam a existir como, por exemplo, variações na dinâmica do oxigênio dissolvido do meio, uma vez que para oxidar 1,0 miligrama do íon amônio são necessários cerca de 4,3 miligramas de oxigênio (ESTEVES, 1998).

Os valores encontrados nas análises realizadas nesse trabalho se encaixam no padrão estimado como adequado para a grande maioria dos organismos aquáticos (referências citadas acima), o que afasta a hipótese de possíveis riscos de intoxicação causados por altas concentrações do íon amônio.

Segundo KANGMIN (1988), os valores de amônia podem ser da ordem de 0,07 mg/L em águas costeiras não poluídas e também no oceano. GUILLETTE *et al.* (1992) citam 0,35 mg/L como um valor normal em estuários não poluídos. Segundo este mesmo autor, em meios anóxicos e em locais próximos a efluentes urbanos, as concentrações são elevadas, sendo esse parâmetro um bom indicador de contaminação orgânica.

Além dos valores sugeridos no parágrafo acima, a Resolução do Conama nº 20 de 16 de junho de 1986, indica o limite para o amônio de 0,4 mg/L para águas marinhas de classe especial sete, na qual se enquadra a Baía de Guaratuba (águas destinadas à recreação, à proteção das comunidades marinhas e à criação natural e/ou intensiva de espécies- aquicultura). Seguindo esses valores de referência, afasta-se a idéia de possível impacto causado no ambiente monitorado através da análise da concentração de amônia.

3.4.2.2 Nitrito dissolvido

No ciclo do nitrogênio, os íons nitrito representam o estado de oxidação intermediária entre o amônio (forma mais reduzida) e o nitrato (forma mais oxidada) - (ESTEVES, 1998).

Os valores de nitrito encontrados neste estudo permaneceram entre 0,2 µg/L e 3,0 µg/L. As concentrações de nitrito não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) quando da comparação dos resultados obtidos nos diferentes pontos amostrais (Fig. 16).

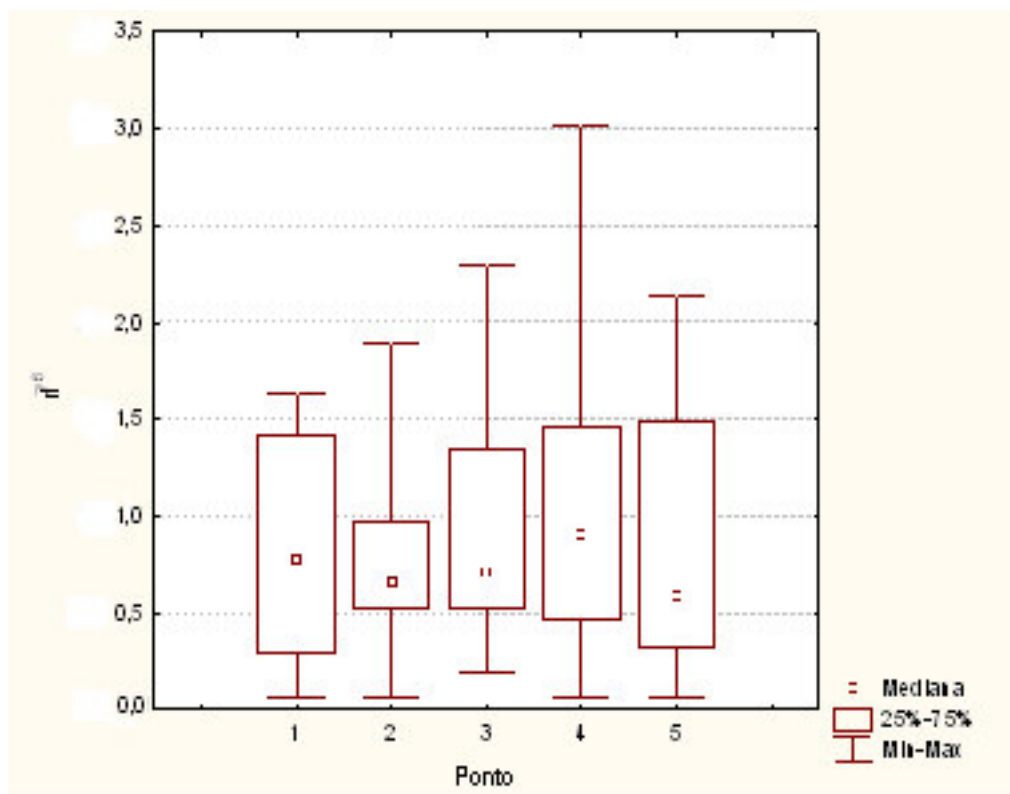


Figura 16 - Valores de nitrito, em µg/L, nos diferentes pontos amostrais.

Em relação às concentrações de nitrito durante os três ciclos de produção (A, B e C) e o intervalo decorrido entre os ciclos A e B, também não foi observada diferença significativa ($p>0,05$) - (Fig. 17).

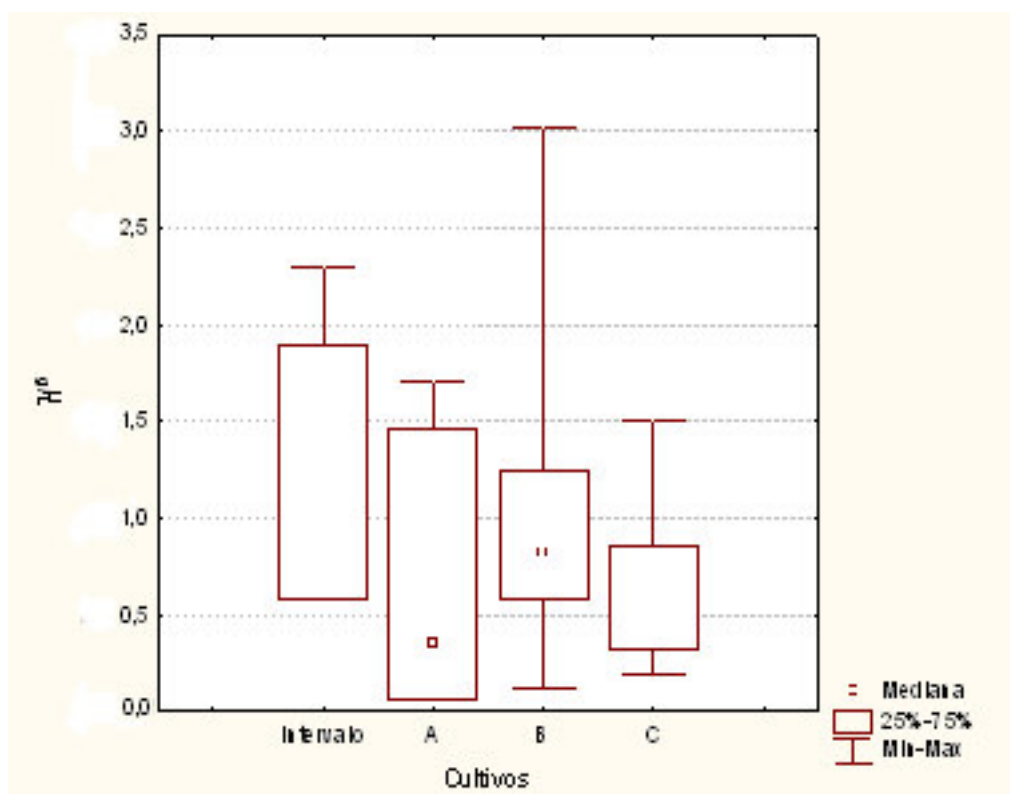


Figura 17 - Valores de nitrito, em $\mu\text{g/L}$, nos diferentes ciclos realizados.

Os baixos valores de nitrito observados podem ser explicados pelo fato dessa substância ser encontrada em baixas concentrações em ambientes oxigenados (ESTEVES, 1998). Em águas oceânicas as concentrações são ainda mais baixas, podendo ter concentrações médias menores de $0,7 \mu\text{g/L}$. Por outro lado, em meios com reduzidas concentrações de oxigênio, pode haver redução do nitrato (denitrificação), ocasionando o aumento das concentrações de nitrito.

De maneira geral, a concentração de nitrito, quando comparada às concentrações de nitrogênio amoniacal e de nitrato, é baixa. Somente em ambientes poluídos a concentração de nitrito pode assumir valores significativos. Em ambientes anaeróbicos, por exemplo, como o hipolímnio de lagos eutróficos em período de estratificação, são encontradas altas concentrações deste íon (ESTEVES, 1998).

Segundo McCARTHY & GOLDMAN (1979), o nitrito pode ainda ser assimilado pelo fitoplâncton, em caso de escassez do íon amônio e nitrato. Neste caso, o nitrito é reduzido, no interior da célula, a amônio, por meio da enzima nitrito-redutase. Entretanto, em altas concentrações o nitrito é extremamente tóxico para a maioria dos organismos aquáticos.

Embora as concentrações de nitrito encontradas neste trabalho sejam baixas, observaram-se variações significativas ($p < 0,05$) entre as estações do ano (Fig. 18).

Esta diferença entre as estações do ano está provavelmente relacionada com as estações chuvosas e o grande aporte de nutrientes provindos dos rios que deságuam no estuário. Afasta-se aqui a hipótese da influência do cultivo nesse fato, porque as análises citadas acima não indicaram diferença significativa entre os diferentes pontos amostrados.

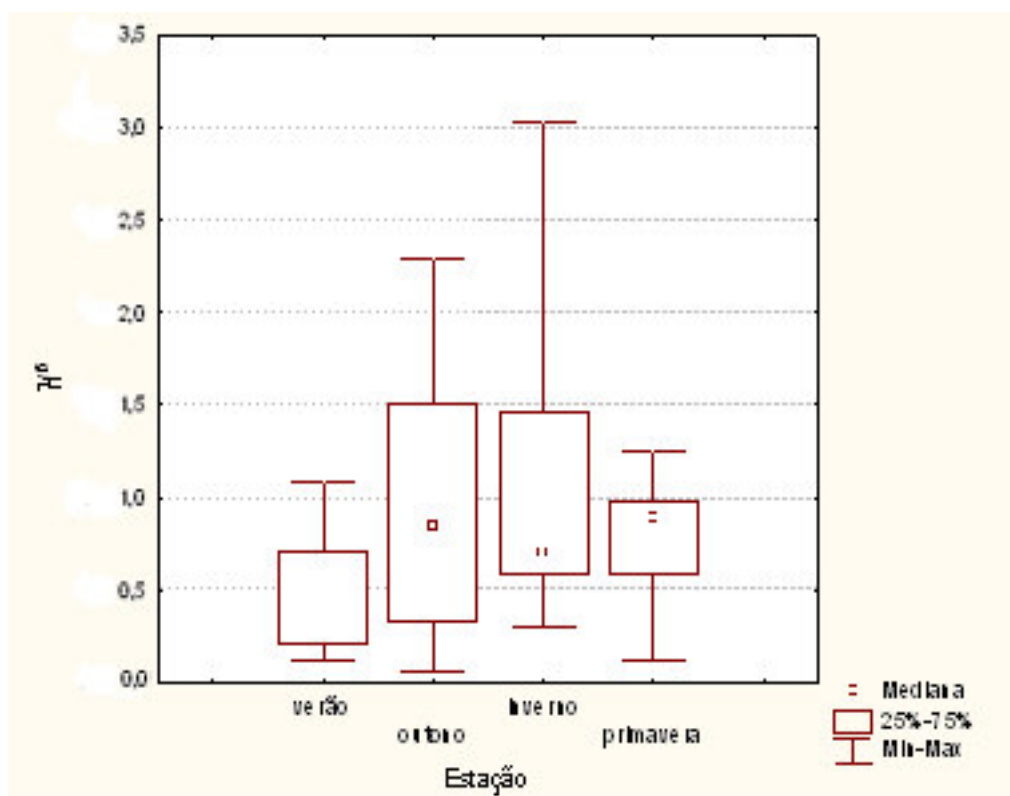


Figura 18 - Valores de nitrito, em µg/L, nas diferentes estações do ano.

3.4.2.3 Fosfato (orto)

O fósforo é um elemento essencial à vida aquática. Na água do mar (pH em torno de 8,4), os ortofosfatos estão presentes essencialmente nas formas de PO_4^{3-} (10%), HPO_4^{2-} (90%) e HPO_4^- (1%).

Os valores encontrados nas análises de fosfato (orto) realizadas nesta tese variaram entre 5,6 µg/L e 0,0673 mg/L. Para os valores de fosfato analisados nos diferentes pontos amostrais (01 ao 05) não se verificou diferença significativa ($p > 0,05$) - (Fig. 19).

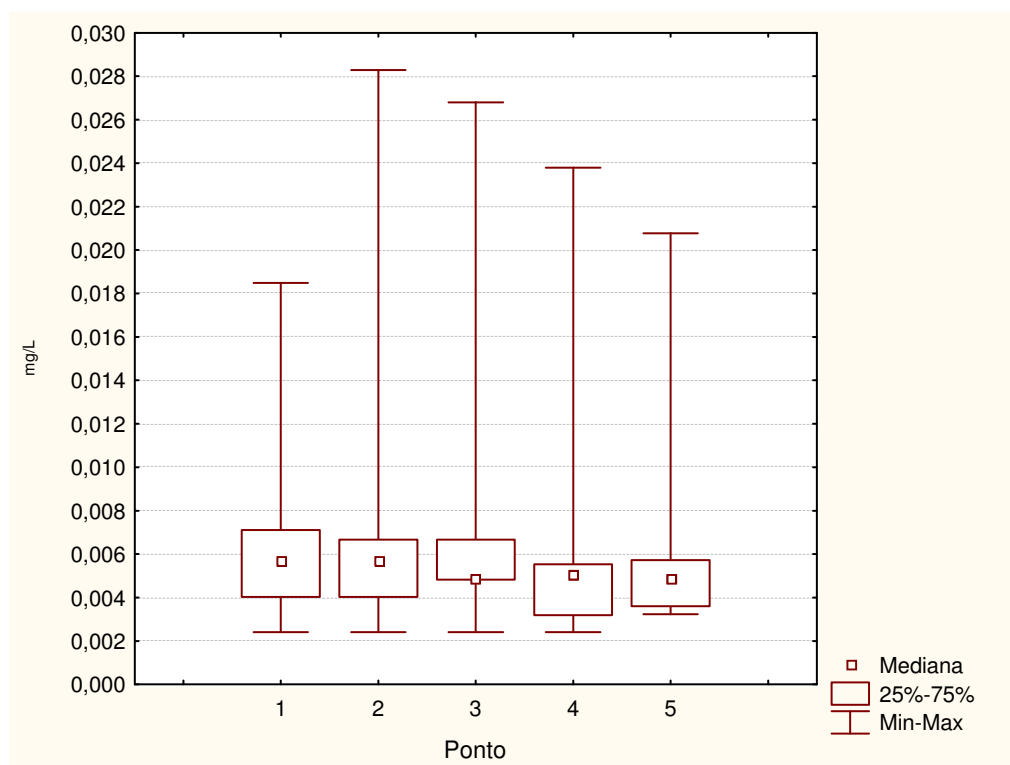


Figura 19 - Valores de fosfato, em mg/L, nos diferentes pontos amostrais.

Entretanto, quando as concentrações de fosfato foram analisadas em relação aos diferentes ciclos e ao intervalo entre os ciclos A e B, observou-se que tanto a mediana, quanto os limites máximos de variação das concentrações de fosfato na água foram registrados justamente durante o intervalo entre os ciclos A e B. As concentrações de fosfato na água foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) nesse período de intervalo, se comparadas com as quantificadas na água durante os períodos de produção. Ainda assim, as concentrações quantificadas durante o ciclo A foram estatisticamente superiores às quantificadas durante o ciclo C (Fig. 20).

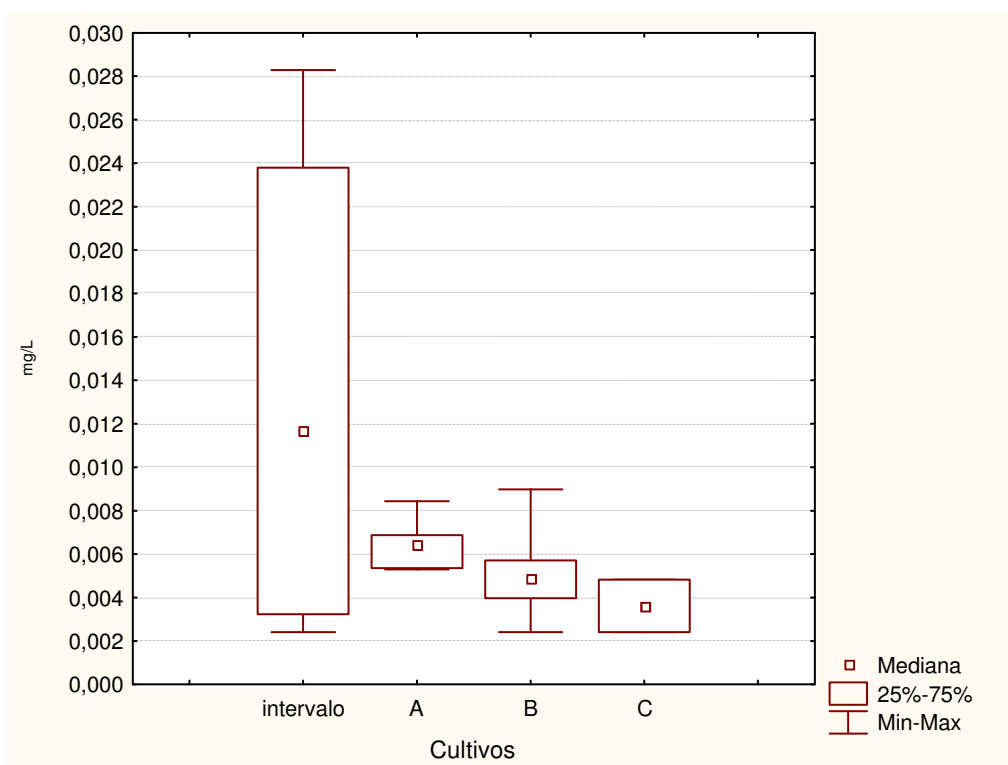


Figura 20 - Valores de fosfato, em mg/L, nos diferentes ciclos realizados.

Os dados encontrados em relação ao fosfato também foram relacionados com as diferentes estações do ano. Nesta análise também foi constatada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes estações (Fig. 21).

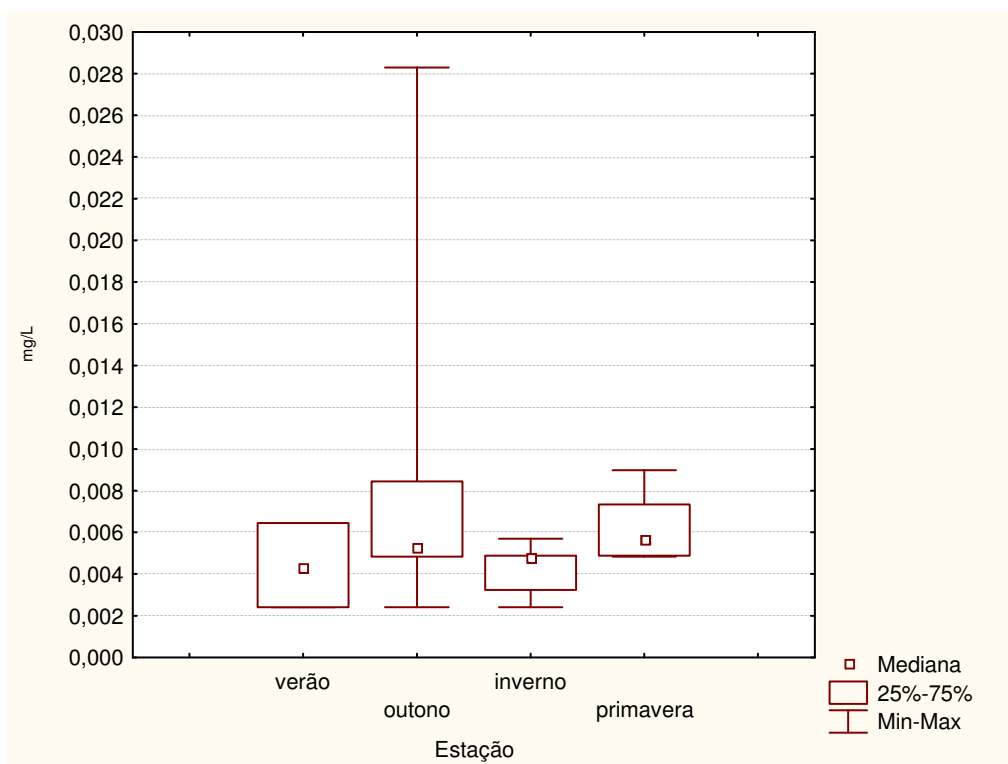


Figura 21 - Valores de fosfato, em mg/L, nas diferentes estações do ano.

Sob o ponto de vista de qualidade de água, o ortofosfato assume maior relevância por ser a principal forma de fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos. Desta maneira, a sua quantificação em pesquisas torna-se necessária. O fosfato, além disso, é indispensável ao crescimento das algas, pois faz parte da composição de importantes compostos celulares diretamente ligados ao armazenamento de energia da célula, como ATP, GTP, etc. Faz parte, também, da composição dos ácidos nucleicos, fosfolipídeos e nucleotídeos (ESTEVES, 1998).

Os teores de fosfato, na superfície dos oceanos e zonas costeiras não poluídas, variam de 0 a 0,15 mg/L. Nas águas profundas podem chegar a 0,45 mg/L, dependendo da zona oceânica considerada (LISS, 1976). Esses dados referenciais indicam que apesar das diferenças estatísticas encontradas, os valores para a concentração de fosfato não ultrapassam intervalos citados para áreas não poluídas, fato este que afasta a possibilidade de impacto na área estudada, em relação ao fosfato.

O mesmo resultado foi encontrado por ALMEIDA *et al.* (2003), em seu trabalho com camarão rosa, *F. paulensis*, no qual o autor avaliou o impacto ambiental sob a qualidade da água na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul. Este trabalho observou que não houve alterações nas características aquáticas durante um cultivo de densidade de 15 camarões por metro quadrado. Em Guaratuba, a densidade inicial foi de 720 camarões/m². No final do cultivo, porém, considerando uma taxa de sobrevivência de 60%, havia 432 camarões/m². Apesar da enorme diferença entre as densidades dos cultivos citados, percebe-se que a qualidade da água não foi influenciada pela produção de camarão.

Por outro lado, altas concentrações de fosfato podem indicar presença de impactos de outras atividades antrópicas na região, fato este que pode desencadear processos de eutrofização e até florações indesejáveis, quando há relação com ambientes com boa disponibilidade de nutrientes nitrogenados (ANKLEY *et al.*, 1996).

As diferenças significativas encontradas entre os resultados das concentrações de fosfato levantadas neste trabalho são semelhantes aos resultados estatísticos encontrados para as concentrações de nitrito, salvo o resultado observado nos diferentes ciclos e intervalo entre os ciclos A e B. É possível, portanto, que as diferenças observadas para o nutriente fosfato estejam também relacionadas às estações chuvosas e ao grande aporte de nutrientes provindos dos rios que deságuam no estuário, assim como provavelmente acontece com o nitrito.

Os valores observados na presente tese podem ser considerados baixos quando comparados aos valores encontrados por HOPKINS, *et al.* (1993). Em seu trabalho com fazendas de cultivo semi-intensivo de camarão (viveiros escavados) na costa do México, o autor verificou um aporte de 8,4 kg de fósforo e 52,1 kg de nitrogênio ao meio,

nutrientes estes produzidos por hectare de área cultivo, a cada ciclo de produção. ROBERTSON & PHILLIPS (1995), complementam, ainda, que caso haja a degradação e destruição do manguezal através dos cultivos de camarão, devido ao não processamento e a retenção destes nutrientes, os índices podem aumentar para 20 Kg de fósforo e 71 Kg de nitrogênio. Em relação aos impactos causados por aporte de nutrientes de origem antrópica, o cultivo de camarão contribui com 1,5% de fósforo e 0,9% de nitrogênio produzido globalmente.

YUNG *et al.* (1999), descrevendo os resultados de um monitoramento da Baía de Hong Kong, no sul da China, observou uma variação média de nitrogênio total de 0,2 mg/L a 0,51 mg/L e de fósforo total de 0,25 mg/L a 0,15 mg/L.

WU *et al.* (1999), em seu trabalho de monitoramento de um cultivo de peixe em tanque-rede, também em Hong Kong, constatou que a variação de nitrogênio amoniacal foi de 0,1 mg/L (observado no inverno) a 0,010 mg/L (no outono).

Os baixos valores dos nutrientes encontrados nessa dissertação, quando comparados com os valores observados na literatura, sugerem que não houve impacto hidrológico causado pelo cultivo de camarão em tanque-rede estudado na Baía de Guaratuba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. C.; CAVALLI, R. & WASIELESKY, W. J. 2003. **Preliminary analysis of the impact of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* on the water quality in enclosed areas of the estuary of Lagoa dos Patos.** Congresso Internacional de Aquicultura – World Aquaculture. p. 203.

AMINOT, A. & CHAUSSEPIEDE, M. 1983. **Manual des analyses chimiques em milieu marin.** Brest: CNEXO, p. 395.

ANDRIGUETTO, J. M. 1999. **Sistemas técnicos de pesca e suas dinâmicas de transformação no litoral do Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Meio Ambiente) – Universidade Federal do Paraná.

ANKLEY, G. T. , DITORO, D. M., HANSEN, D.J., & BERRY, W. J. 1996. **Assessing the ecological risk of P in sediments.** Environmental Toxicology and chemistry, p. 2053-2055.

ARANA, L. V. 1997. **Princípios químicos da qualidade de água em aquicultura.** Ed. UFSC, Florianópolis, p. 166.

BARNABÉ, G. 1990. **Aquaculture**, vol. 1 Ed. By Ellis Horwood Limited, England, p. 65.

BLACK, K. D. 2001. **Sustainability of aquaculture. In: environmental impacts of aquaculture** (ed. K. D. Black). Sheffield Academic Press, heffield, pp. 199-212.

BRAY, W. A.; LAWRENCE, A. L. & LEUNG-TRUJILLO, J. R., 1994. **The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity.** Aquaculture, p. 122:133-146.

BRUNE, D. E. & TOMASSO, J. R. 1991. **Aquaculture and water quality**, J. World Aquaculture Society 42, p. 34-40.

Centro de Estudos do Mar – **CEM**. Disponível em: <<http://cem.ufpr.br>> Acesso em: março de 2003.

CLARK, J. R. 1996. **Coastal zone management handbook**. Lewis Publis, New york., p. 694.

ESTEVEES, D. A. 1998. **Fundamentos em Limnologia**. Ed. Interciencia. Rio de Janeiro, p. 602.

GUILLETTE, L.; MILLER, D. & REDMAN, H. 1992. **Appraisat of chemical waste problems by fish toxicity test**. Sewage and Industrial Wastes 24, p. 97.

HOPKINS, D. R.; HAMILTON, R. D.; SANFIFER, P. A.; BROWDY, C. L. & STOKES, A. D. 1993. **Effect of water exchange rates on production, water quality, effluent characteristics nitrogen budgets in intensive shrimp pond**. J. World Aquaculture Society 24, p. 304-320.

KANGMIN, L. 1988. **Rice-fish culture in China: a review**. Aquaculture, 71, p. 173-189.

McCARTHY, J. J. & GODMAN, J. C. 1979. **Nitrogenous nutrition of marine phytoplankton**. Ed. Blackwell, Boston, p. 191-234.

LISS, P. S. 1976. **Conservative and non-conservative behaviour of dissolved constituents during estuarine mixing**. In: BRUTON, J. D. and LISS, P. S., Estuarine chemistry. London. p. 299

OSTRENSKY, A.; MARCHIORY, M. & POERSCH, L. 1992. **Toxicologia aguda da amônia no processo produtivo de pós-larvas de *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967)**. Na. Acad. Brás. 64(4). p. 383-389.

PAQUOTTE, P.; CHIM, L.; MARTIN, J. L. M.; LEMOS, E.; STERN M. & TOSTA, D. 1998. **Intensive culture of shrimp *Penaeus vannamei* in floating cages: zootechnical, economic and environmental aspects**. Ed. Elsevier Science, p. 1-16.

ROBERTSON, A. I. & PHILLIPS, M. J. 1995. **Mangroves as filters of shrimp pond effluent: predictions and biochemical research needs**. Hydrobiologia. v.295, p. 311-321.

SAMOCHA, T. & LAWRENCE, A. L. 1997. **Shrimp fram's effluent waters, environmental impact and potencial treatment methods**. Ed. Kazumi. p. 33-58.

SEELIGER, U. 1992. **Coastal foredunes of southern Brazil: physiography, habitats, and vegetation**. In: Seeliger, U., (ed.). Coastal Vegetation of Latin America. San Diego: Academic, p. 367-381.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. 1972. **A practical handbook of seawater analysis**. Fisheries Research Board of Canada. 2 ed. Ottawa: Bulletin 167, p. 311.

TSUKAMOTO, Y. 2004. **Cianobactérias , eutrofização e intoxicação**. Disponível em:

<<http://listas.alternex.com.br/pipermail/panorama-l/2004-June/003598.html>> Acesso em março de 2004.

VENDEL, A. L. & CHAVES, P. T. 2001. **Reunião técnica sobre ictiologia em estuários**. Curitiba, p. 103.

WAINBERG, A. A.; CAMARA, M. R.; MILLAMENA, O. M.; TRIO, A. T. & MADENJIAN, C. P. 1998. **Brazilian shrimp farming ... it's growing, but is it sustainable?** Word-Aquacult, v. 29, n. 1, p. 26-30.

WASIELESKY, W. Jr. 2000. **Cultivo de juvenis do camarão *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos de parâmetros ambientais e manejo de cultivo**. Dissertação (Doutorado em Oceanografia) – Setor de Oceanografia Biológica, Universidade do Rio Grande.

WU, R. S. S.; SHIN, P. K. S.; MACKAY, D. W.; MOLLOWNEY, M. & JOHNSON, D. 1999. **Management of marine fish farming in the sub-tropical environment: a modelling approach**. Aquaculture 174 p.279–298.

YUNG, Y. K.; YAU, K.; WONG, C. K.; CHAN, K. K.; YEUNG, I.; KUEH C. S. W. & BROOM, M. J. 1999. **Some observations on the changes of physico-chemical and biological factors in victoria harbour and vicinity, Hong Kong, 1988±1996** Marine Pollution Bulletin Vol. 39, Nos. 1±12, p. 315±325.

CAPITULO 4 - ANÁLISE DO PLÂNCTON

4.1 INTRODUÇÃO

A palavra plâncton é originária do grego plagktón, que significa “errante ao sabor das ondas”. Essa expressão foi utilizada pela primeira vez por Victor Hensen em 1887 (RÉ, 2000).

O plâncton é constituído pelos animais e vegetais que não possuem movimentos próprios suficientemente fortes para vencer as correntes, que porventura, se façam sentir na massa de água onde vivem (RÉ, 2000).

Os organismos planctônicos podem ser classificados de várias formas: em função das suas dimensões, biótopo, distribuição vertical, duração de vida e nutrição. Apesar destas classificações serem artificiais, tornam-se úteis por sistematizarem as diversas categorias de planctontes.

Neste estudo, optou-se pela classificação do plâncton baseado em sua nutrição, divisão esta que permite separar o plâncton vegetal ou fitoplâncton (autotrófico) do plâncton animal ou zooplâncton (heterotrófico). Existem, no entanto, organismos planctônicos que são simultaneamente autotróficos e heterotróficos (mixotróficos).

O zooplâncton, ou fração animal do plâncton, é constituído pelos organismos planctônicos heterotróficos. No grupo do zooplâncton são reconhecidos os organismos pertencentes à grande maioria dos Phyla do reino animal (RÉ, 2000).

O zooplâncton marinho é constituído por organismos holoplanctônicos, que correspondem às formas que são planctônicas durante toda a sua vida, e por organismos meroplanctônicos, aqueles que são planctônicos durante somente uma parte da sua vida, sendo estes últimos formas larvares de muitos invertebrados e têm, na maior parte dos casos, designações próprias (MATTOS & STARLING, 2003).

Os organismos zooplanctônicos constituem um importante grupo na cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, pois são o elo de ligação entre os produtores (fitoplâncton) e os consumidores dos mais altos níveis da cadeia alimentar (MARGALEF, 1983).

A comunidade zooplactônica, usualmente colocada no nível secundário da cadeia trófica, possui uma ampla e variada gama de organismos que incluem desde minúsculos protozoários até os maiores peixes, os quais estão em seus primeiros estágios, como ovos e larvas. Esta vasta composição de formas e tamanhos de indivíduos, com fisiologia e comportamentos específicos, estão ligados entre si por

relações interespecíficas e pelas condições ambientais (MATTOS & STARLING, 2003). Vale salientar, ainda, que os organismos zooplactônicos possuem um papel decisivo na dinâmica dos ambientes, especialmente na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia (www.icb.ufmg.br/~limnos/zooplancton.htm. - Acessado em dezembro de 2003).

No desenvolvimento deste trabalho, foi realizada somente a análise da comunidade de zooplâncton. Essa escolha se explica a partir de um estudo piloto nas áreas analisadas, o qual indicou baixos valores de nutrientes encontrados na água, principalmente para o fosfato. Possíveis alterações nesses nutrientes é que poderiam, de forma mais clara e direta, provocar alterações mais significativas na comunidade de fitoplâncton (ODUM, 1988).

Outro argumento utilizado como requisito para a escolha desta estratégia foi a Teoria da Cascata Trófica, proposta por CARPENTER *et al.* (1985). Segundo essa teoria, a estrutura da comunidade é resultado direto da pressão de predação exercida pelos predadores de topo (neste caso o zooplâncton), que não seriam regulados pela disponibilidade de presas e, sim, de modo oposto, regulariam sua disponibilidade (fitoplâncton) - (ODUM, 1988). Dessa maneira, os resultados encontrados no estudo de zooplâncton permitem traçar um panorama - ainda que preliminar- sobre toda a conjuntura planctônica das áreas amostradas.

4.2 OBJETIVOS

O presente trabalho objetivou monitorar a comunidade zooplanctônica nas áreas de entorno dos tanques-rede e a avaliação das possíveis alterações dessa biota sobre o processo produtivo de camarões cultivados na Baía de Guaratuba, PR.

Objetivou-se o monitoramento das populações de zooplâncton na área de implantação dos tanques-rede e em quatro pontos do entorno do cultivo, além da análise da variação da diversidade biológica entre os pontos amostrados e ao longo do cultivo, visando a correlação dos dados obtidos com possíveis impactos causados pelo cultivo de camarão em tanque-rede.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de zooplâncton foram obtidas no mesmo período e nos mesmos pontos de coleta (ponto 01 ao 05) das amostras coletadas para análise química da água (Capítulo 3). Essas amostras foram coletadas com o auxílio de um barco e de uma rede cônica, através de arrastos horizontais. A rede utilizada possuía dimensões de 60 cm de abertura da boca, 2 metros de comprimento e malha de 300 µm (Fig. 22).

Os arrastos foram realizados na superfície da água e tiveram duração de 3 minutos em cada ponto amostral. O material coletado foi concentrado em frasco de plástico (250 mL), fixado com solução formoldeído 4% e neutralizado com carbonato de cálcio. As coletas foram realizadas sempre na maré vazante.



Figura 22 - Ilustração da rede cônica utilizada para as coletas de zooplâncton.

Após a coleta em campo, as amostras de zooplâncton foram levadas ao Laboratório de Limnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR.

As análises qualitativas e quantitativas foram realizadas com o auxílio de microscópio óptico, microscópio estereoscópio (lupa) e câmaras de Sedwick-Rafter. A identificação dos principais grupos zooplancônicos foi realizada ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de bibliografia especializada.

4.3.1 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Para o tratamento estatístico dos resultados foram utilizados os programas Statistica e Biodiversity Professional. Os dados foram processados para que se pudesse calcular os índices de diversidade de Shannon (H') e Simpson, que indicam a distribuição dos indivíduos por espécies dentro do ecossistema. Também foi realizada análise de similaridade entre os cinco pontos amostrados, através de Cluster.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 7.288 organismos, distribuídos em 36 grupos taxonômicos.

Os resultados para diversidade de Shannon (H') e Simpson estão representados nas figuras 23 e 24. Os dados obtidos através das análises de Simpson (que enfatiza a dominância das espécies) e a de Shannon (que enfatiza a riqueza) demonstram uma semelhança nos resultados de diversidade (Tab. 5).

Tabela 5 – Índices da comunidade zooplancônica nos pontos de coleta na Baía de Guaratuba.

Index	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Shannon H' Log Base 10	0,83	0,713	0,797	0,762	0,725
Shannon H_{max} Log Base 10	1,398	1,362	1,342	1,322	1,255
Shannon J'	0,594	0,523	0,594	0,576	0,577
Simpsons Diversity (D)	0,21	0,268	0,232	0,241	0,271
Simpsons Diversity (1/D)	4,77	3,737	4,306	4,145	3,694

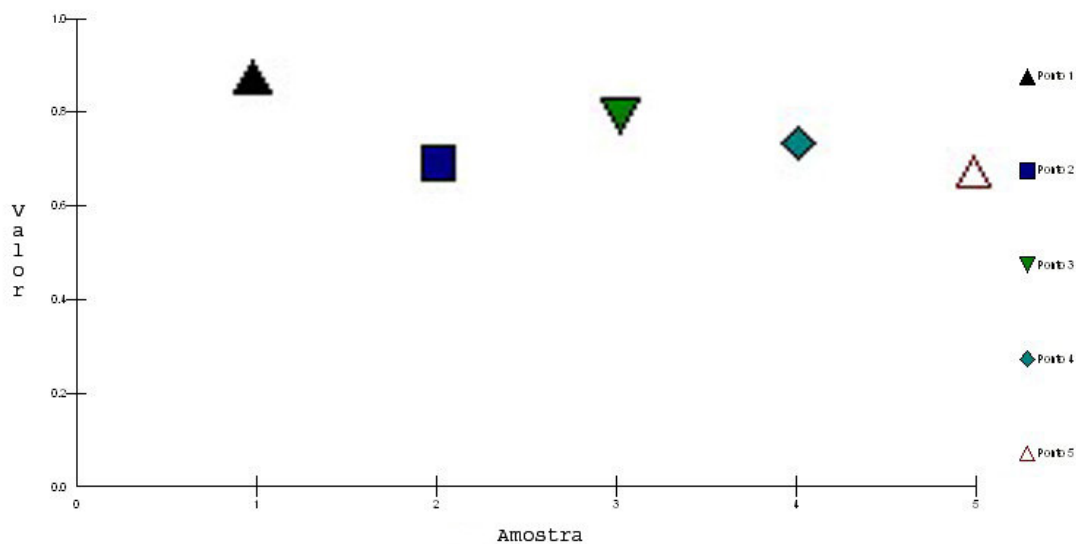


Figura 23 - Valores da análise de Shannon dispostos em gráfico.

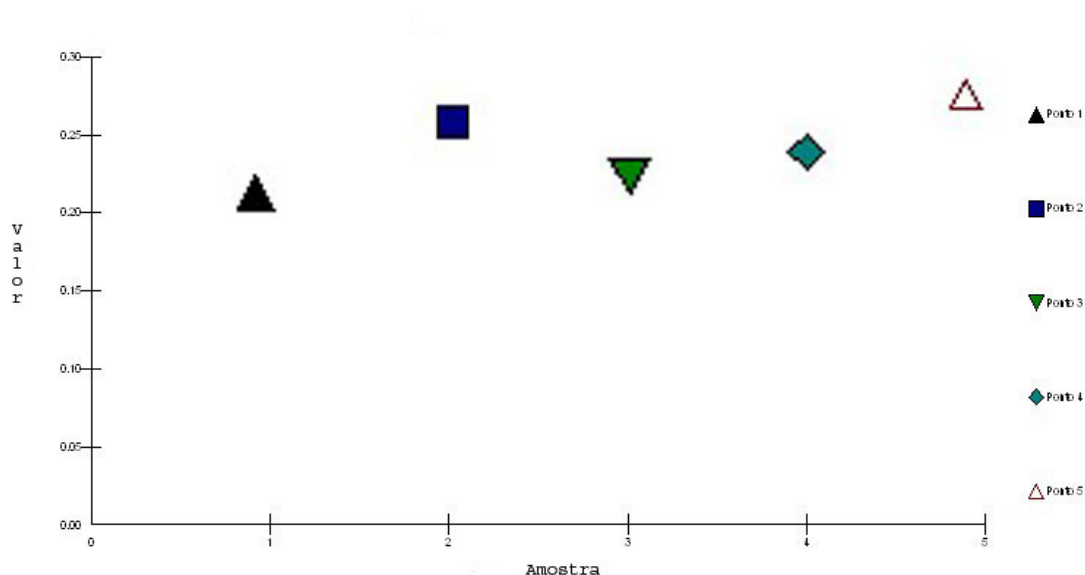


Figura 24 - Valores da análise de Simpson dispostos em gráfico.

A análise de abundância relativa sugere que os copépodos, as larvas de caranguejo (zoéa), os náuplios de crustáceos e as hidromedusas (Classe Hydrozoa) foram os grupos mais abundantes, os ovos de peixes, as *Appendicullaria* sp. (Classe Larvaceae), as cladóceras e as larvas de camarão foram os grupos comuns e os demais foram raros, como por exemplo, chaetognaths, poliquetas, larvas de moluscos, larvas de crustáceos, larvas de ostra, cirripédia e megalópas de decápodos (Fig. 25).

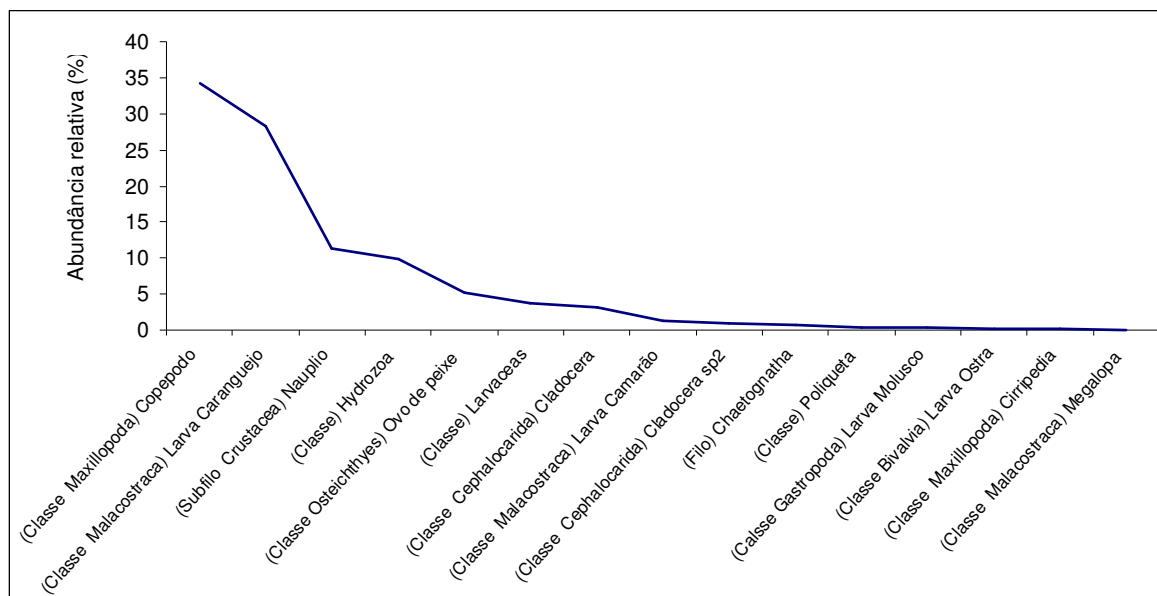


Figura 25 – Abundância relativa dos principais organismos e grupos encontrados nos 5 pontos amostrados durante o ciclo de cultivo de camarão monitorado.

Os resultados obtidos através da análise de similaridade, análise de Cluster, sugerem que não há uma grande variação entre os diferentes pontos (Fig. 26), existindo 80% de similaridade entre eles.

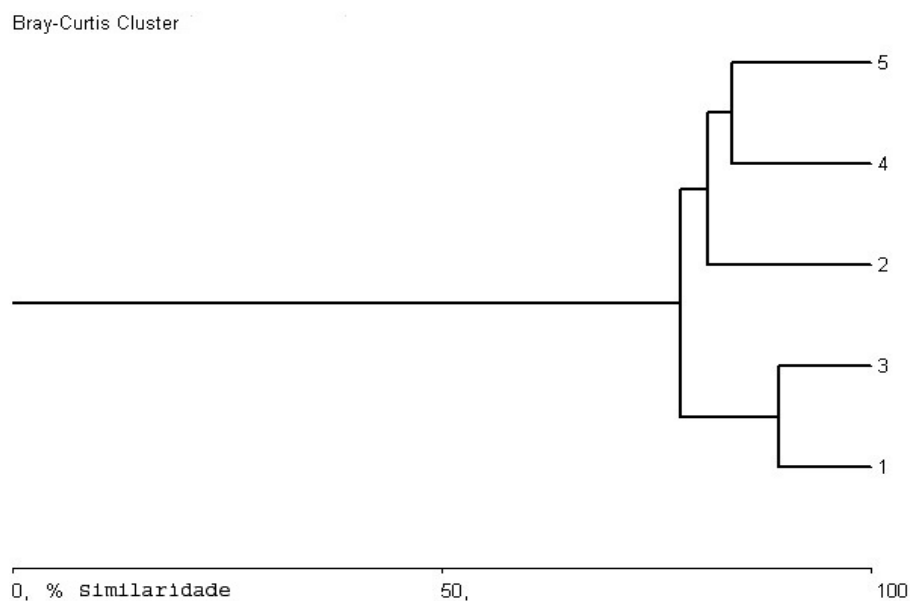


Figura 26 - Análise de similaridade (Bray-Curtis Cluster) com o agrupamento entre os pontos amostrais monitorados.

Entretanto, quando a similaridade é analisada em relação às estações do ano, o índice passa a ser de até 65% (Fig. 27).

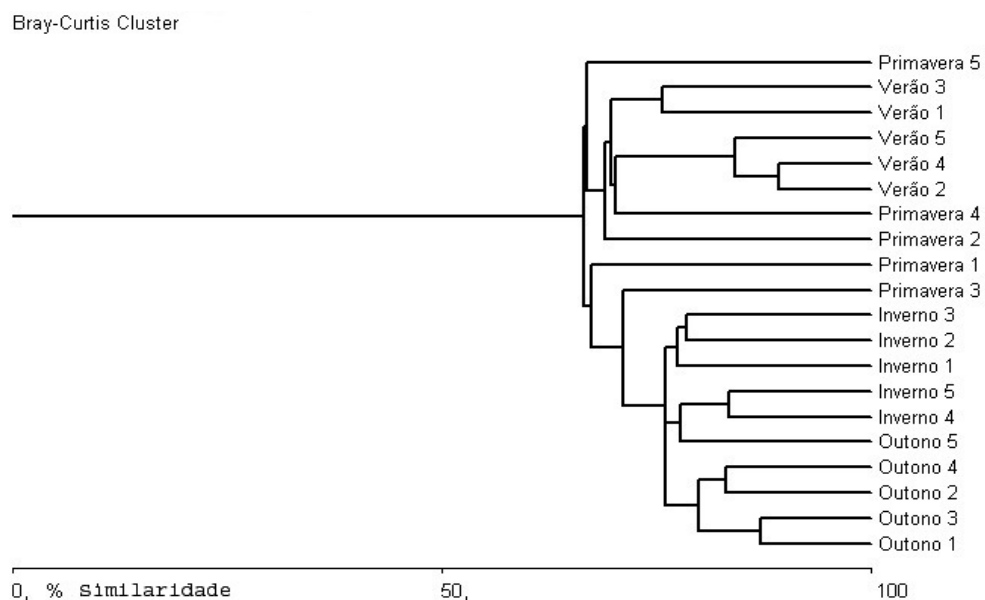


Figura 27 - Análise de similaridade (Bray-Curtis Cluster) com o agrupamento entre as estações do ano.

Pode-se dizer que esta diferença de similaridade se deu pelo “bloom” populacional de zoeas de caranguejos na primavera. Essa época corresponde, provavelmente, a uma época de desova dos caranguejos.

Esta diferença ao longo do tempo também pode ser explicada segundo PINTO-COELHO (2002), que descreve as flutuações populacionais naturais. A distinção observada seria explicada devido aos ciclos de vida das espécies terem durações diferentes, sendo que alguns organismos demoram semanas para fechar seu ciclo vital, enquanto outros podem levar anos.

Um dos aspectos ecológicos mais interessantes em relação à dinâmica das comunidades refere-se aos ciclos temporais observados (PINTO-COELHO, 2002). As comunidades planctônicas podem mudar completamente sua estrutura ao longo do tempo, sendo que esta mudança pode ocorrer, inclusive, ao longo de um ciclo diurno (nectemeral), no qual prevalece o fenômeno de migração vertical (PINTO-COELHO *et al.*, 1997).

Segundo o mesmo autor, as comunidades planctônicas mudam continuamente de estado, o que leva, por exemplo, a alteração da sua composição específica. Este fato acontece mesmo quando as comunidades estão em equilíbrio, isto é, o equilíbrio é dinâmico, havendo uma constante troca de espécies.

Esta sucessão ecológica pode estar relacionada a uma série de fatores. ODUM (1988) e MARGALEF (1983) listam os principais atributos ecológicos durante um processo sucessório, tais como: matéria orgânica, ciclos minerais, forma de crescimento, simbioses, diversidade, tamanho dos organismos, ciclos de vida e cadeias alimentares.

Até pouco tempo, acreditava-se que não existia uma clara seqüência de estágios sucessionais. Contudo, alguns trabalhos recentes (ARAUJO & PINTO-COELHO, 1998 e PINTO-COELHO, 1998) têm relatado alguns padrões recorrentes na sazonalidade de comunidades planctônicas tropicais. Ao contrário de zonas temperadas, onde a sazonalidade está ligada ao regime térmico e da luz, nos trópicos o principal regulador da sucessão sazonal é a ocorrência de chuvas (PINTO-COELHO, 2002).

No caso da Baía de Guaratuba, há uma grande renovação de água, que acontece quatro vezes ao dia com as marés, pelo fato destas serem do tipo semi-diurno, com dois picos de enchente e duas vazantes por dia. As marés variam, ainda, com as estações do ano. Essa característica poderia explicar parte das alterações observadas na comunidade zooplânctônica ao longo das estações.

Outro fato a ser considerado, no caso do cultivo estudado, são as forças das correntes. Relatos de pescadores e observações a campo sobre a intensidade dessas correntes permitem inferir que ocorra uma certa homogeneização da água no interior da

Baía, especialmente em períodos de marés de sizígia, o que contribuiria sensivelmente para a diminuição das diferenças entre os pontos amostrais.

Outra característica importante das águas da Baía de Guaratuba é sua alta turbidez (VENDEL & CHAVES, 2001). Por possuir essa alta turbidez, a luz não pode penetrar mais de 7 a 10 m. Conseqüentemente, a zona fótica limitada acaba reduzindo a camada em que se processa a produção primária. Portanto, a luz funciona como reguladora da produção de fitoplâncton, cuja produtividade, por sua vez, regula a densidade de zooplâncton.

Alguns estudos sugerem que a produção do fitoplâncton pode ser intensificada frente às mudanças na fonte de nutrientes. Porém, a maior influência é da luz. Assim, exceto onde as circunstâncias especiais existem, isto é, onde os nutrientes são introduzidos com abundância, a luz é o maior regulador das comunidades planctônicas (SCOTTISH EXECUTIVE CENTRAL RESEARCH UNIT, 2002).

Dessa forma, como as concentrações de nutrientes foram relativamente baixas nos pontos monitorados (vide Capítulo 3), os resultados das análises de diversidade foram próximos e os de similaridade altos, é improvável que as descargas de nutrientes providas dos cultivos funcionem como fonte de nutrientes produzindo alterações significativas, como a eutrofização das águas e as mudanças nas cadeias tróficas adjacentes. Esses resultados permitem concluir que não houve impacto do cultivo monitorado sobre a comunidade zooplancônica da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, M. A. & PINTO-COELHO, R. M. 1998. **Produção e consumo de carbono orgânico na comunidade planctônica da represa da Pampulha – Belo Horizonte, MG.** Revista Brasileira de Biologia, 58, p. 403-471.

CARPENTER, S. R.; KITCHELL, J. F. & HODGSON, J. R. 1985. **Cascating trophic interactions and lake productivity.** Bioscience, 35. p. 634-639

MARGALEF, R. 1983. **Limnologia.** Ed. Omega, Barcelona, p. 1010.

MATTOS, S. P. & STARLING, F. L. R. M. **Comunidade fitoplactônica do Lago Paranoá.** Disponível em: <http://www.semarh.df.gov.br/site/cap04/02.htm#topo> visitados em abril de 2003).

ODUM, E. P. 1988. **Ecologia.** Ed. Guanabara, Rio de Janeiro, p. 434.

PINTO-COELHO, R. M.; MOURA, R.M. & MOREIRA, A. 1997. **Zooplacton and bactéria contribution to phosphorus and nitrogen internal cycling in a tropical and eutrophic lake.** Internationale Reveue der Gesamten Hydrobiologie, p. 82.

PINTO-COELHO, R.M. 1998. **Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a four years study Pampulha Lake, Brazil.** Freshwater Biology, 40, p. 159-174.

PINTO-COELHO, R. M. 2002. **Fundamentos em ecologia**. Ed. Artmed Porto Alegre p. 248.

RÉ, P. M. A.B. 2000. **Biologia marinha**. Lisboa, p. 94.

SCOTTISH EXECUTIVE CENTRAL RESEARCH UNIT, 2002. **Review and synthesis of the environmental impacts of aquaculture**. Edinburgh, p. 80.

VENDEL, A. L. & CHAVES, P. T. 2001. **Reunião técnica sobre ictiologia em estuários**. Curitiba, p. 103.

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS SEDIMENTARES

5.1 INTRODUÇÃO

O sedimento, ou o solo no fundo de rios, lagos e oceanos, pode ser considerado como o resultado da integração de todos os processos que ocorrem em um ecossistema aquático. Do ponto de vista de ciclagem de matéria e fluxo de energia, o sedimento é um dos compartimentos mais importantes desses ecossistemas. Nele ocorrem processos biológicos, físicos e químicos, que influenciam o metabolismo de todo o sistema. Além disso, o sedimento, através de sua composição química e biológica (por exemplo, restos de animais e vegetais), é de fundamental importância no estudo da evolução histórica de ecossistemas aquáticos e terrestres adjacentes. Também é importante para a avaliação da intensidade e das formas de impactos a que estes ambientes estão ou estiveram submetidos (PEREIRA & SOARES-GOMES, 2002).

Considerando o sedimento como o compartimento que reflete os processos que ocorrem em um ecossistema aquático, a sua composição passa a diagnosticar o seu próprio estado trófico. Na grande maioria dos ambientes aquícolas de região temperada, por exemplo, a concentração de alguns componentes do sedimento reflete o nível de produção do sistema. A análise da matéria orgânica, dessa forma, tem sido apontada como uma das ferramentas mais apropriadas na indicação do estado desses ambientes (MARGALEF, 1983).

O sedimento pode ser considerado, ainda, o compartimento que apresenta maior concentração de nutrientes. A dinâmica destes nutrientes se dá em função de fatores biológicos e físico-químicos. Estes fatores tanto podem favorecer a precipitação de íons, dentre eles, muitos nutrientes, como a liberação da matéria particulada para a água intersticial e desta para a coluna d'água. Em geral, os fatores biológicos, físicos e químicos são de tal maneira interdependentes, que se torna difícil detectar o seu limite de atuação (ASSIS & ESTEVES, 1998).

A camada superficial do sedimento (até aproximadamente 25 cm), na qual foram coletadas todas as amostras, segundo CRAPEZ (2003), é responsável por uma infinidade de trocas tróficas, que influenciam a dinâmica de toda a região. Isso porque, essa camada possui uma grande riqueza em material orgânico e a maior densidade de organismos.

De acordo com este mesmo autor, os sedimentos formam também o substrato no qual plantas e animais bentônicos vivem, estabelecendo-se as diferentes associações segundo tipos específicos de substrato. Pode-se, assim, considerar que a natureza do substrato é uma variável ecológica semelhante às demais conhecidas, tais como temperatura, salinidade e luz.

É nesse contexto que o presente trabalho analisou as características do sedimento coletado nos cultivos, a fim de estabelecer um diagnóstico mais apurado da dinâmica desse ambiente, esperando abordar influências do cultivo sobre o sedimento e influências ambientais sobre a produção.

Vale ressaltar, que pesquisas a respeito da análise de sedimentos marinhos ainda são escassas. O lento progresso das pesquisas existentes nessa área teve como causa principal a dificuldade de coleta de material para estudo. Somente após o desenvolvimento de equipamentos que permitiram a coleta de amostras representativas (as dragas e coletores de perfis citados acima), registrou-se um avanço nas pesquisas, especialmente nos aspectos biológicos, químicos e processuais ocorridos no ambiente.

5.2 OBJETIVOS

No intuito de estabelecer um diagnóstico mais preciso das áreas de cultivo de camarão em tanques-rede, o presente capítulo objetivou a análise temporal de possíveis alterações no sedimento abaixo dos tanques-rede e na área de entorno do cultivo implantado na Baía de Guaratuba, PR.

Objetivou-se o monitoramento das concentrações de carbono, fósforo, magnésio, hidrogênio, alumínio, cálcio e potássio no sedimento da área de implantação dos tanques-rede e em quatro pontos do entorno do cultivo, visando estabelecer uma correlação dos dados obtidos com possíveis impactos causados pelo cultivo de camarão em tanque-rede.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo analisadas nesse trabalho foram coletadas mensalmente nos 5 pontos delimitados para este estudo (Capítulo 3). As coletas foram realizadas com a utilização de uma draga manual do tipo Petersen, confeccionada em aço inox, com dispositivo de desarme tipo alavanca de braço móvel (Fig. 28).

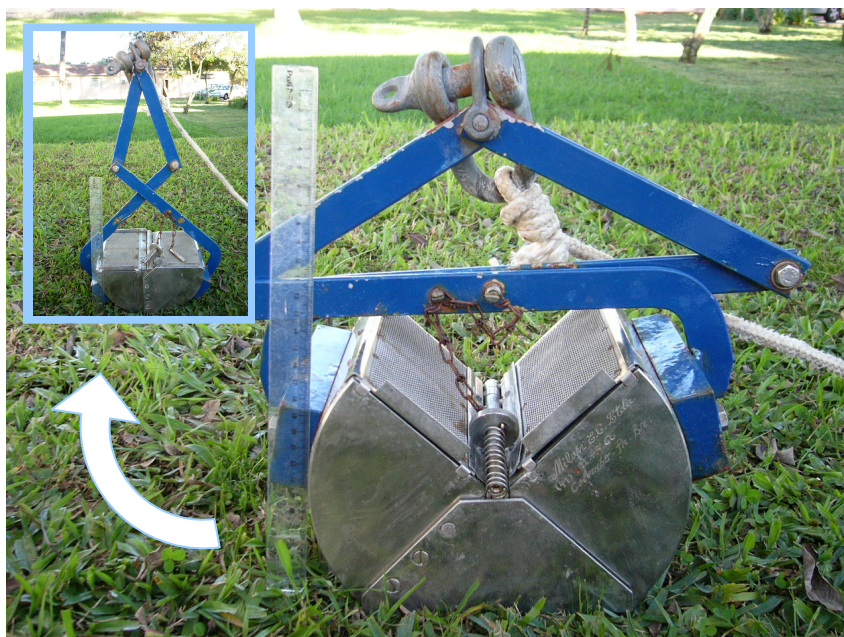


Figura 28 - Ilustração da draga de Petersen utilizada nas coletas de sedimento.

As amostras foram encaminhadas ao Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Paraná, para análises laboratoriais. Foram realizados testes para estabelecer os níveis quantificados de nutrientes e o pH do solo. Foram mensurados os níveis de: carbono, fósforo, magnésio, hidrogênio, alumínio, cálcio e potássio.

Foram realizadas, também, análises de granulometria do solo (ou análise física), que consistiram na determinação das percentagens de areia, silte e argila em cada amostra, dados estes fundamentais para a caracterização do solo e, conseqüentemente, melhor interpretação dos resultados.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados descritos a seguir foram primeiramente separados por elemento químico, para facilitar a apresentação. Cada elemento químico foi abordado nos cinco pontos amostrados. Em seguida, os dados foram discutidos em conjunto, a fim de correlacionar as informações e discutir os reflexos nos diferentes pontos dos cultivos e o comportamento dos elementos ao longo do tempo.

5.4.1 PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO

5.4.1.1 Carbono

Os resultados encontrados para as análises de carbono no sedimento variaram de 0,4 a 14,8 g/dm³ (ambos os valores encontrados no ponto 04). O maior valor da mediana, entretanto, ficou com o ponto 01 (9,14 g/dm³, sendo que os extremos variaram de 1,5 a 13,0 g/dm³). O menor valor da mediana, por sua vez, foi o do ponto 02 (1,4 g/dm³, sendo que os extremos variaram de 0,9 a 7,5 g/dm³). Houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os pontos amostrados (Fig. 29).

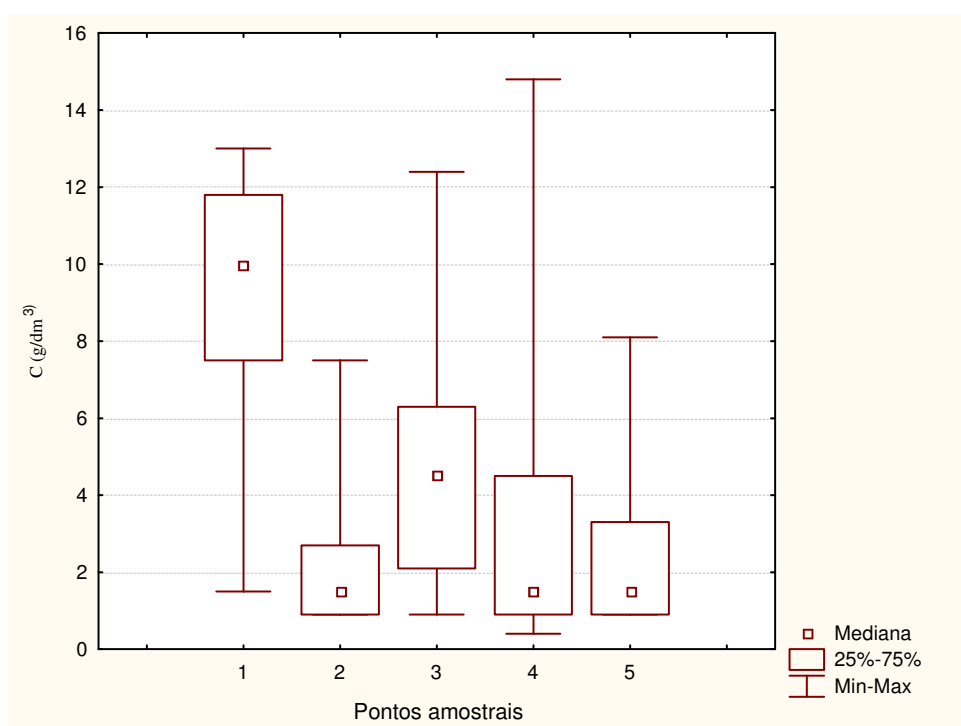


Figura 29 - Valores de carbono, em g/dm³, no sedimento, nos diferentes pontos monitorados.

Os valores de carbono apresentados acima foram também plotados em gráficos que relacionam o tempo e as concentrações de carbono, nos diferentes pontos amostrados (Fig. 30).

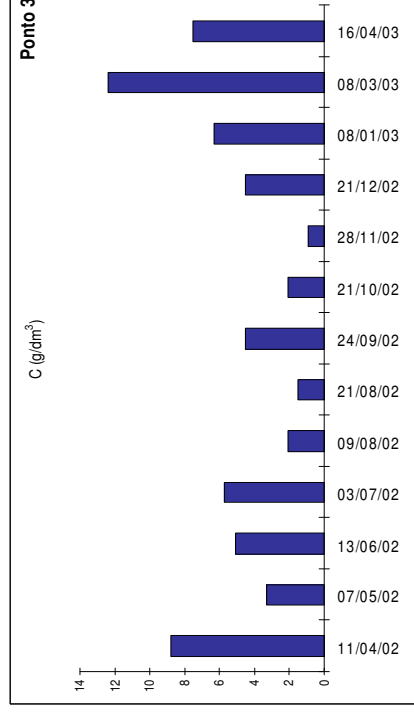
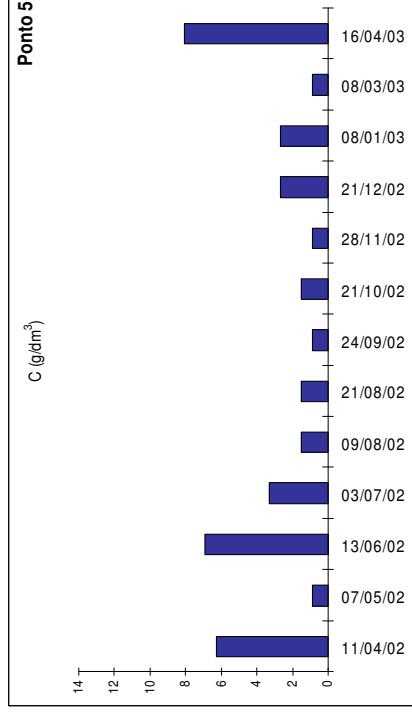
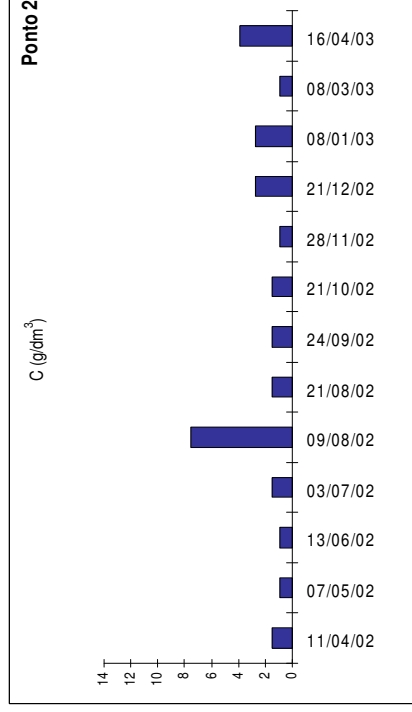
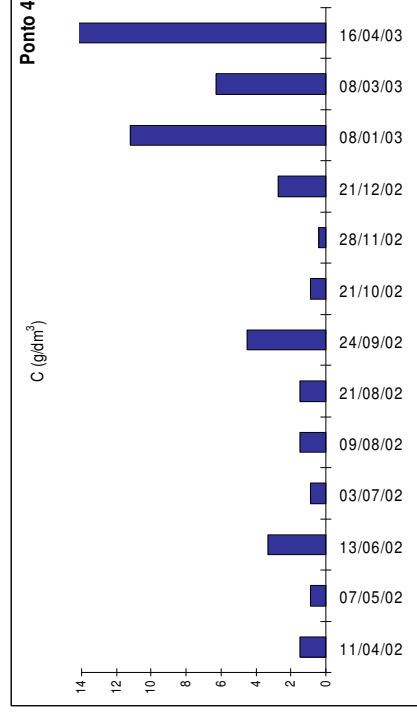
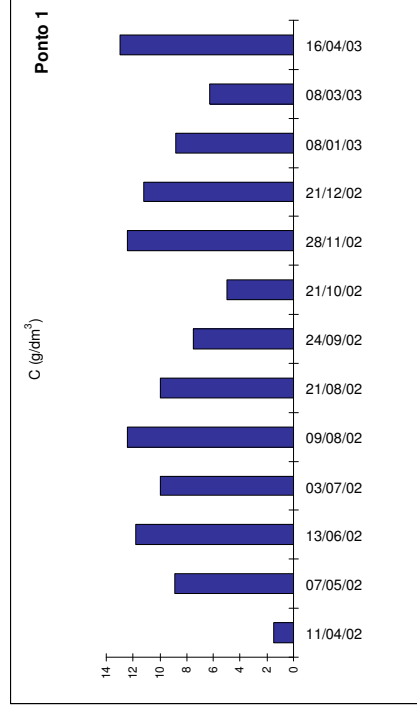


Figura 30 - Variação das concentrações de carbono (g/dm³) no sedimento ao longo do tempo, nos diferentes pontos amostrais.

5.4.1.2 Fósforo

Em relação aos valores de fósforo quantificados, também houve diferença significativa entre os pontos amostrados ($p < 0,05$). Os valores encontrados nas análises deste elemento variaram de 11,1 mg/dm³ (valor observado no ponto 03) a 63,6 mg/dm³ (valor observado no ponto 01). Da mesma forma que nas análises de carbono, o valor da mediana nos resultados de fósforo no ponto 01 foi o mais alto (35,9 mg/dm³, sendo que os valores variaram de 16,4 a 63,6 mg/dm³). Já o menor valor da mediana foi o do ponto 05 (19,4 mg/dm³, sendo que os valores variaram de 11,5 a 31,8 mg/dm³) (Fig. 31).

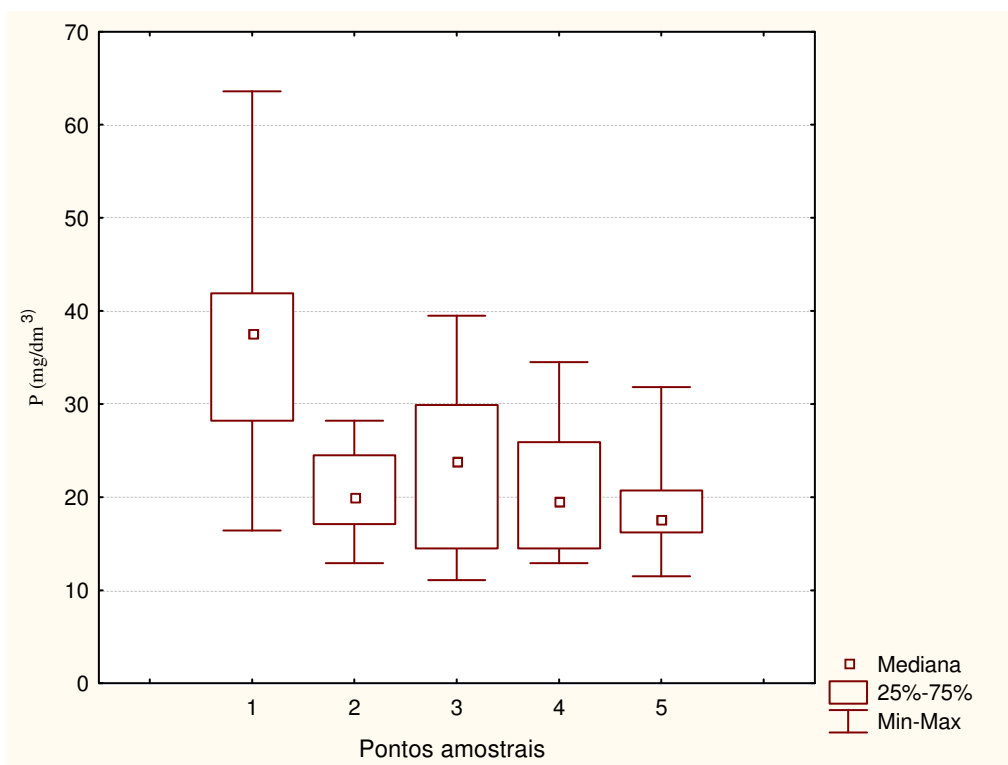


Figura 31 - Valores de fósforo, em mg/dm³, no sedimento, nos diferentes pontos monitorados.

Os valores de fósforo foram também plotados em gráficos que relacionam o tempo e as concentrações do elemento, nos diferentes pontos amostrados (Fig. 32).

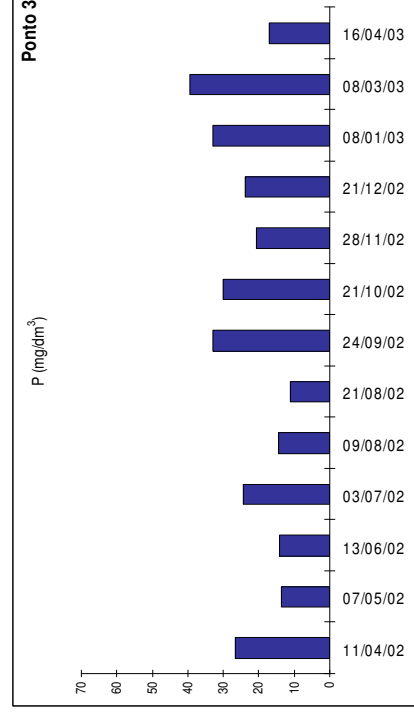
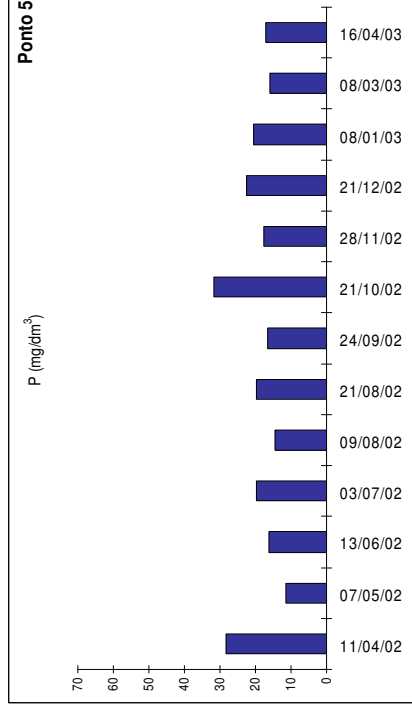
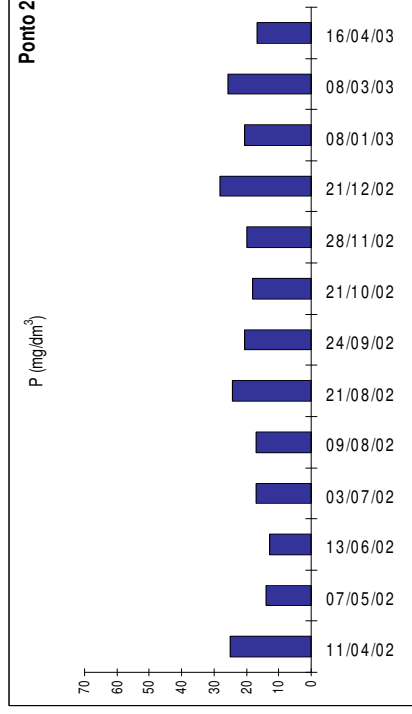
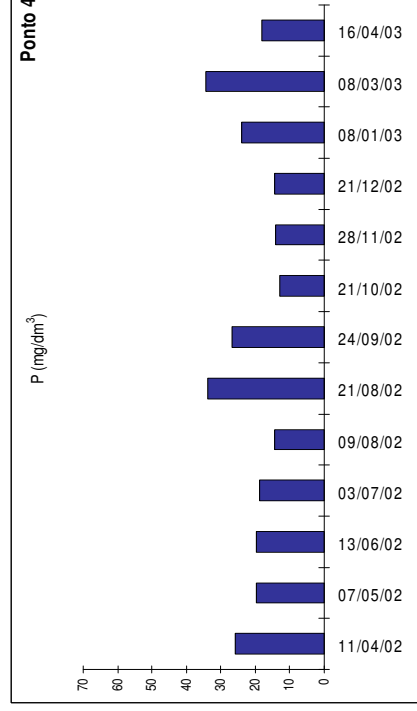
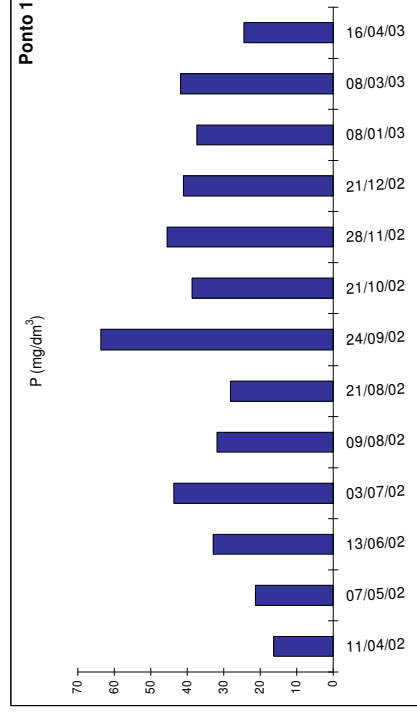


Figura 32 - Variação das concentrações de fósforo (mg/dm³) no sedimento ao longo do tempo, nos diferentes pontos amostrais.

5.4.1.3 Cálcio

Na análise do elemento cálcio foi encontrada também diferença significativa entre os pontos amostrados ($p < 0,05$). O maior valor da mediana foi verificado no ponto 01 (assim como para os elementos carbono e fósforo), de $4,6 \text{ cmol/dm}^3$, sendo que seus valores ficaram compreendidos de $2,8 \text{ cmol/dm}^3$ a $7,0 \text{ cmol/dm}^3$. O menor valor da mediana, por sua vez, foi observado no ponto 02 (semelhante ao carbono), $1,7 \text{ cmol/dm}^3$, e seus valores oscilaram de $1,1 \text{ cmol/dm}^3$ a $2,6 \text{ cmol/dm}^3$ (Fig. 33).

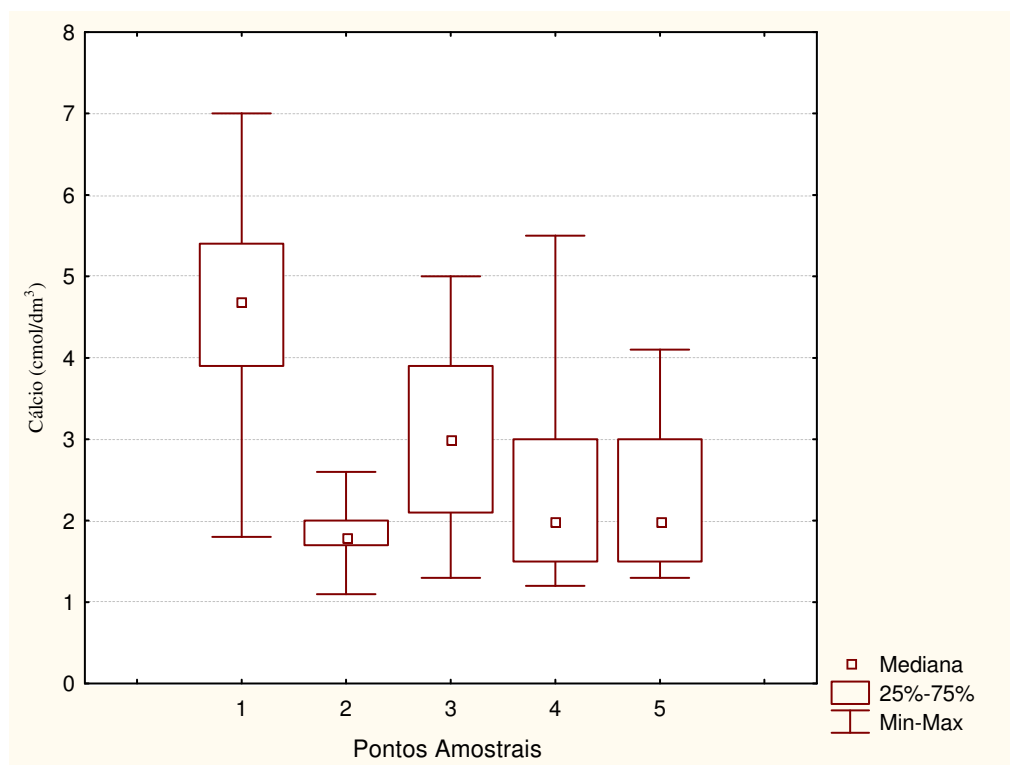


Figura 33 - Valores de cálcio, em cmol/dm^3 , no sedimento, nos diferentes pontos monitorados.

As concentrações de cálcio foram também plotados em gráficos que relacionam o tempo e a concentração do elemento, nos diferentes pontos amostrados (Fig. 34).

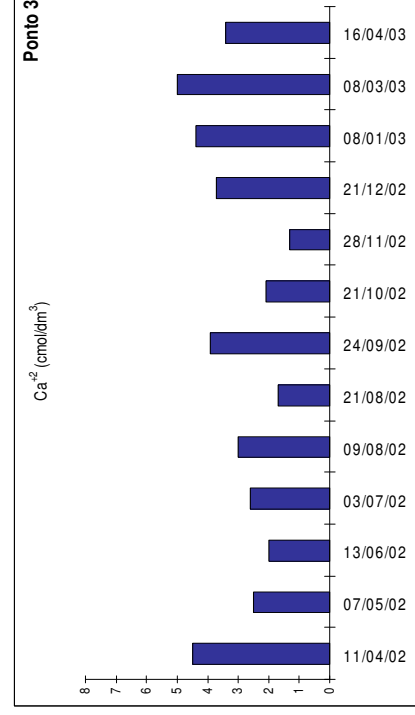
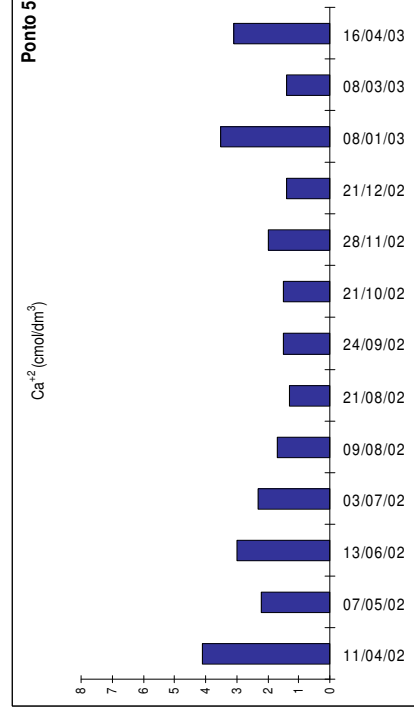
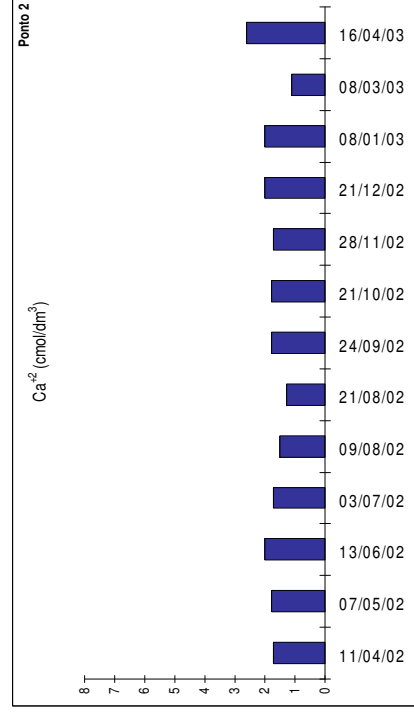
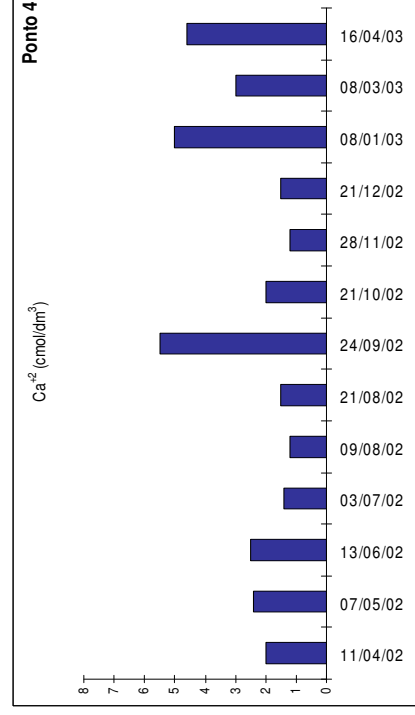
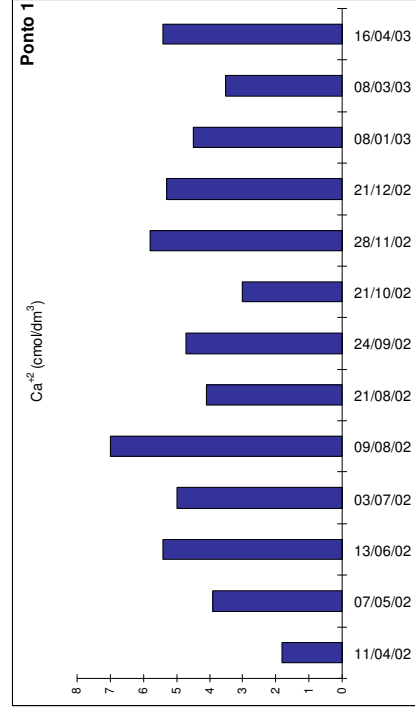


Figura 34 - Variação das concentrações de cálcio (cmol/dm³) no sedimento ao longo do tempo, nos diferentes pontos amostrais.

5.4.1.4 Potássio

Os valores para o elemento potássio seguiram o mesmo padrão dos resultados descritos acima. Houve também uma diferença significativa entre os pontos amostrados ($p < 0,05$). O maior valor da mediana, mais uma vez, foi encontrado no ponto 01, 1,1 cmol/dm^3 , sendo que os limites para este ponto ficaram de 0,47 a 1,79 cmol/dm^3 . O menor valor da mediana foi novamente o do ponto 02 (semelhante às análises de carbono e cálcio), 0,4 cmol/dm^3 , e seus valores ficaram compreendidos de 0,29 a 0,83 cmol/dm^3 (Fig. 35).

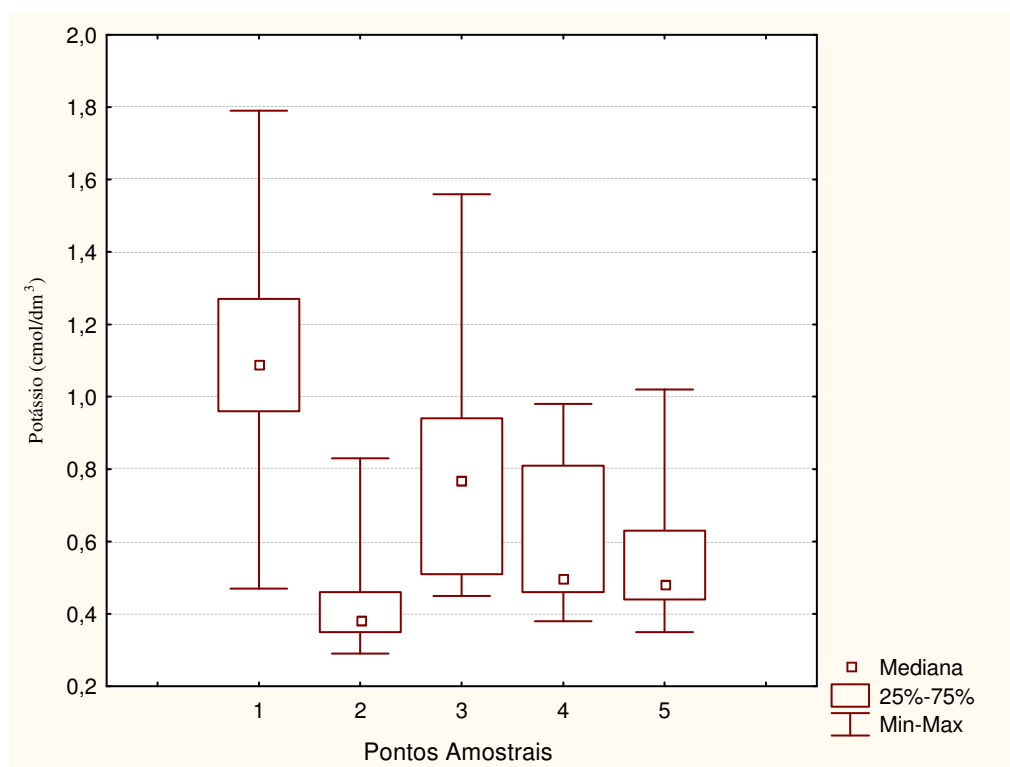


Figura 35 - Valores de potássio, em cmol/dm^3 , no sedimento, nos diferentes pontos monitorados.

Os valores de potássio foram também plotados em gráficos que relacionam o tempo e as concentrações do elemento, nos diferentes pontos amostrados (Fig. 36).

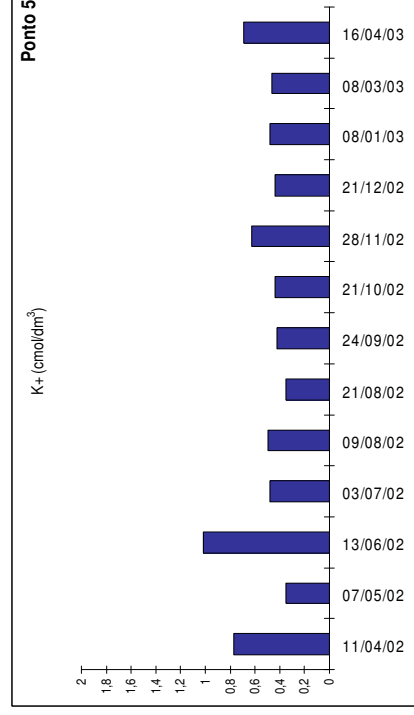
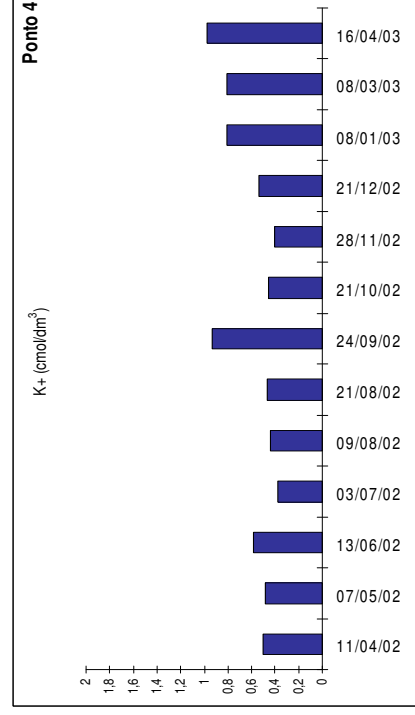
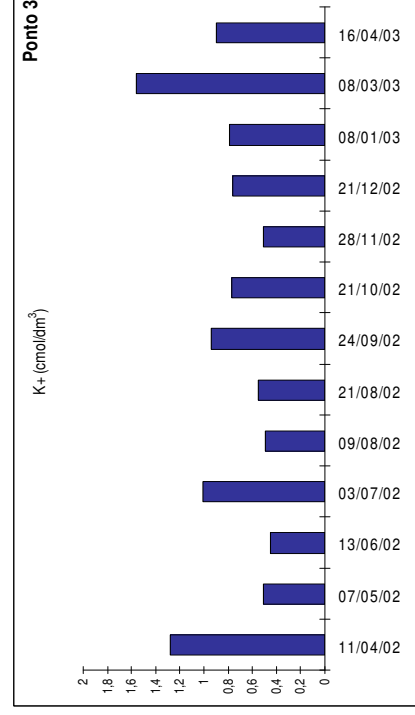
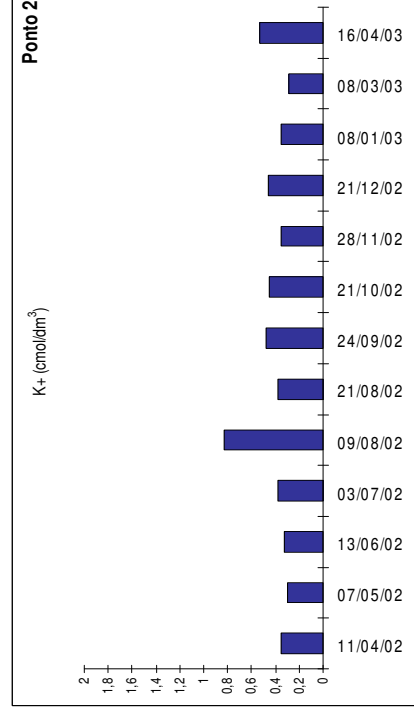
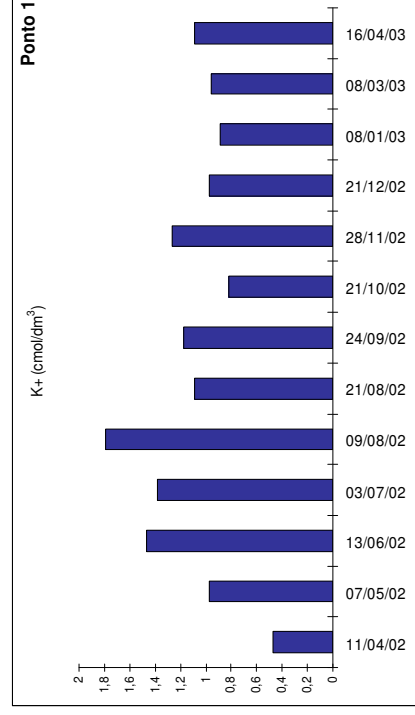


Figura 36 - Variação das concentrações de potássio (cmol/dm³) no sedimento ao longo do tempo, nos diferentes pontos amostrais.

5.4.1.5 Cálcio e Magnésio

Os valores de cálcio e magnésio também apresentaram diferenças significativas entre os diferentes pontos amostrados ($p < 0,05$). O maior valor da mediana encontrado mais uma vez ocorreu no ponto 01, $9,72 \text{ cmol/dm}^3$, sendo que os valores variaram de $3,5$ a 14 cmol/dm^3 . O menor valor da mediana foi o do ponto 02 (semelhante à análise de carbono, cálcio e potássio), $4,14 \text{ cmol/dm}^3$, sendo que os valores ficaram compreendidos de $3,1$ a $4,8 \text{ cmol/dm}^3$ (Fig. 37).

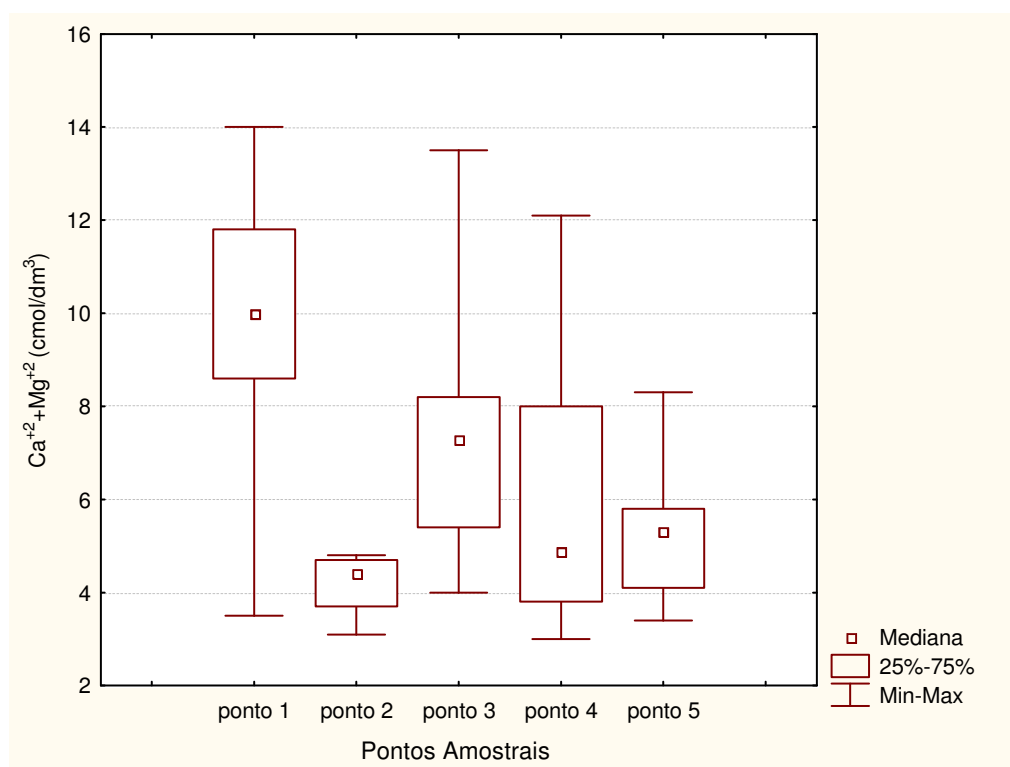


Figura 37 - Valores de cálcio e magnésio, em cmol/dm^3 , no sedimento, nos diferentes pontos monitorados.

Os valores de cálcio e magnésio foram também plotados em gráficos que relacionam o tempo e as concentrações do elemento, nos diferentes pontos amostrados (Fig. 38).

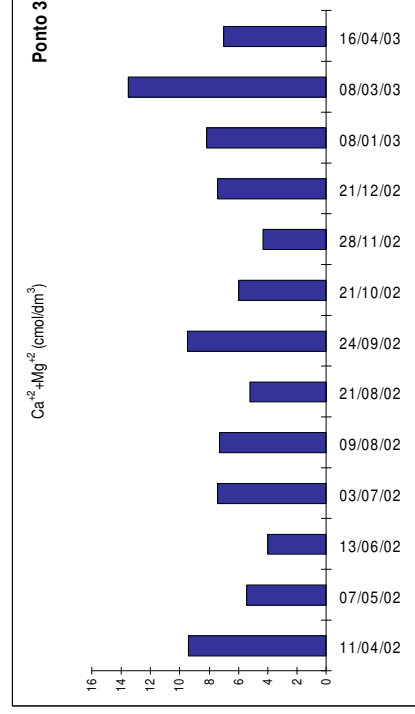
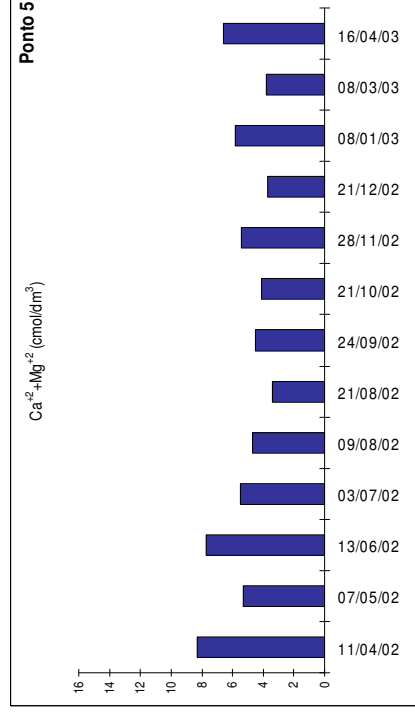
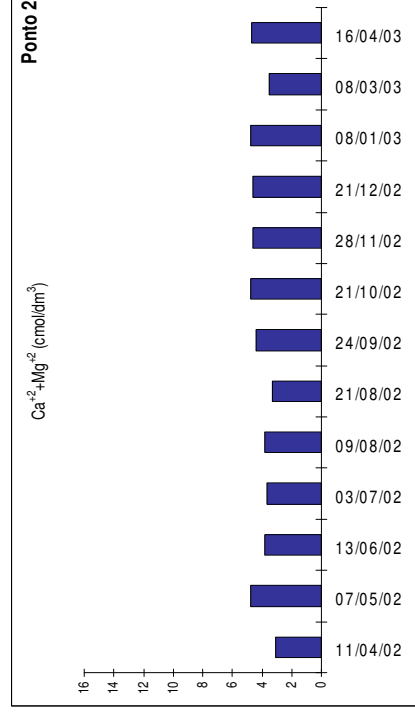
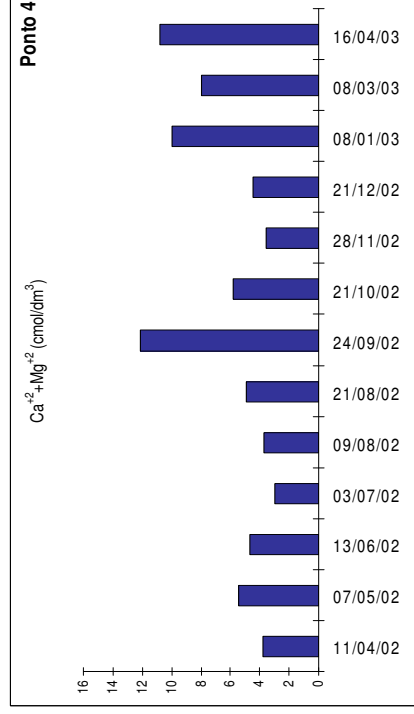
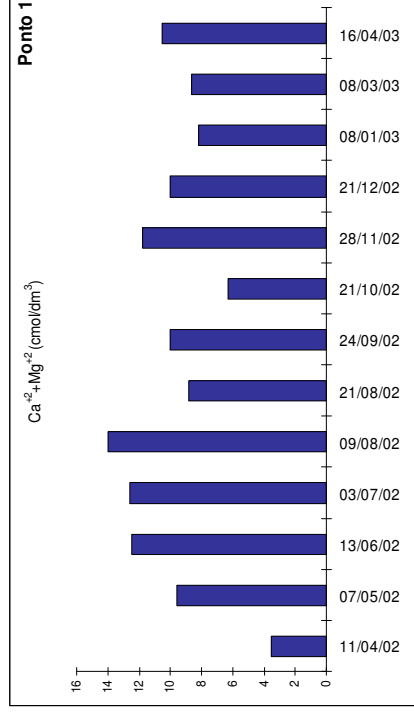


Figura 38 - Variação das concentrações de cálcio e magnésio (cmol/dm³) no sedimento ao longo do tempo, nos diferentes pontos amostrais.

5.4.1.6 Hidrogênio

As análises realizadas compreenderam o estudo do elemento hidrogênio somado ao alumínio. Todavia, foram interpretados apenas os valores relativos ao hidrogênio, uma vez que os valores quantificados de alumínio foram sempre iguais a zero.

Diferente do estudo dos demais elementos, neste resultado não foi encontrada diferença significativa entre os pontos ($p>0,05$). O valor da mediana encontrada foi de $1,44 \text{ cmol/dm}^3$ nos pontos 02, 03 e 04. O valor máximo de $1,6 \text{ cmol/dm}^3$ foi encontrado no ponto 01. O valor mínimo foi observado no ponto 04, $1,0 \text{ cmol/dm}^3$ (Fig. 39).

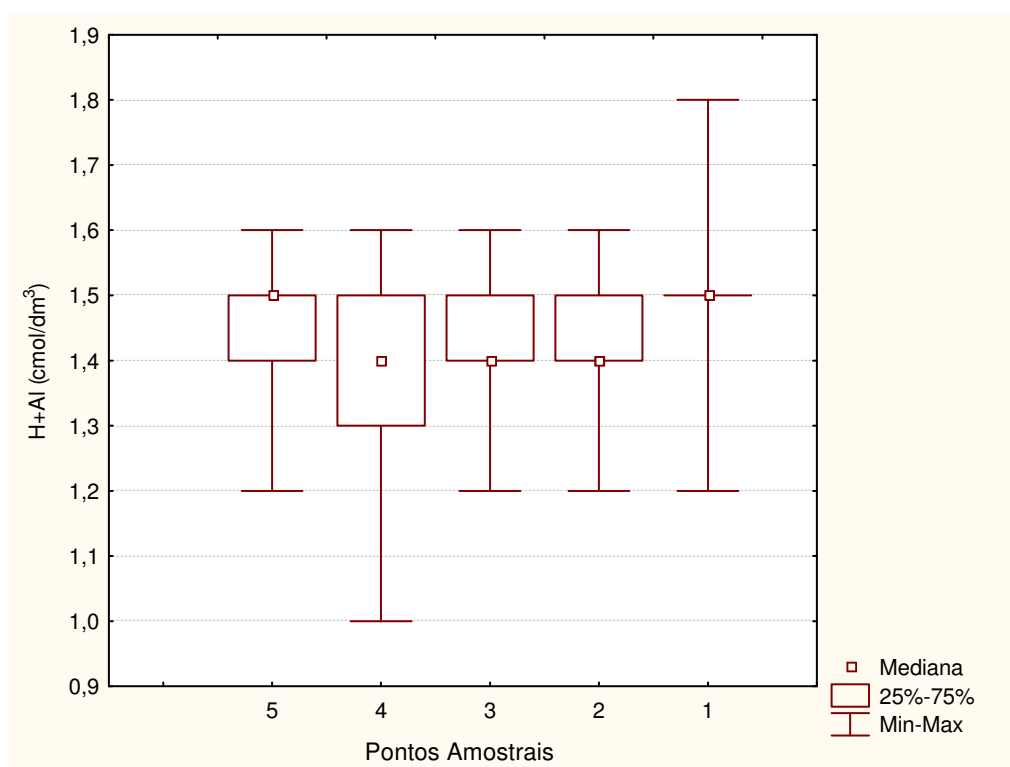


Figura 39 - Valores de hidrogênio, em cmol/dm^3 , no sedimento, nos diferentes pontos monitorados.

Os valores de hidrogênio foram também plotados em gráficos que relacionam o tempo e as concentrações do elemento, nos diferentes pontos amostrados (Fig. 40).

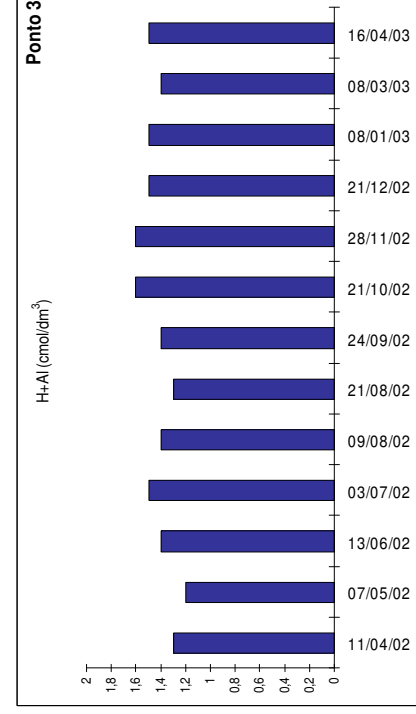
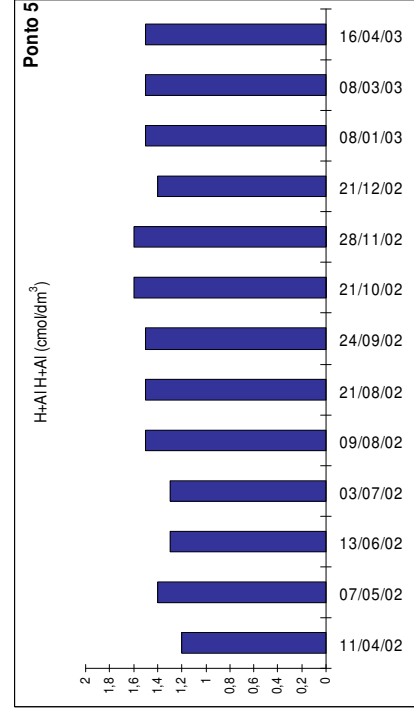
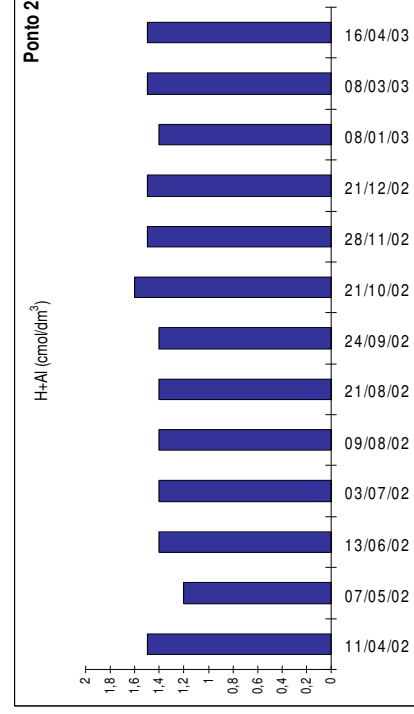
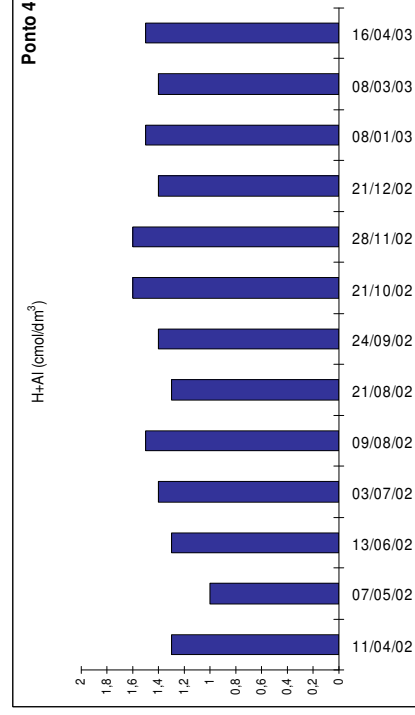
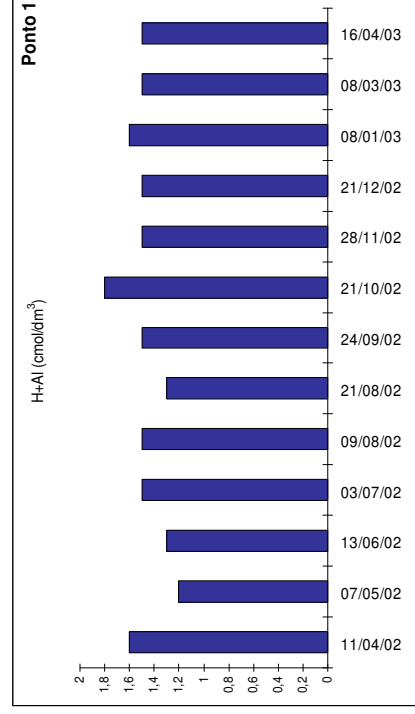


Figura 40 - Variação das concentrações de hidrogênio (cmol/dm³) no sedimento ao longo do tempo, nos diferentes pontos amostrais.

5.4.1.7 pH

Para os valores de pH do solo também não foi verificada diferença significativa entre os pontos amostrados ($p>0,05$). Os valores variaram de 6,1 no ponto 01 (valor mínimo) a 8,2 no ponto 05 (valor máximo) – (Fig. 41).

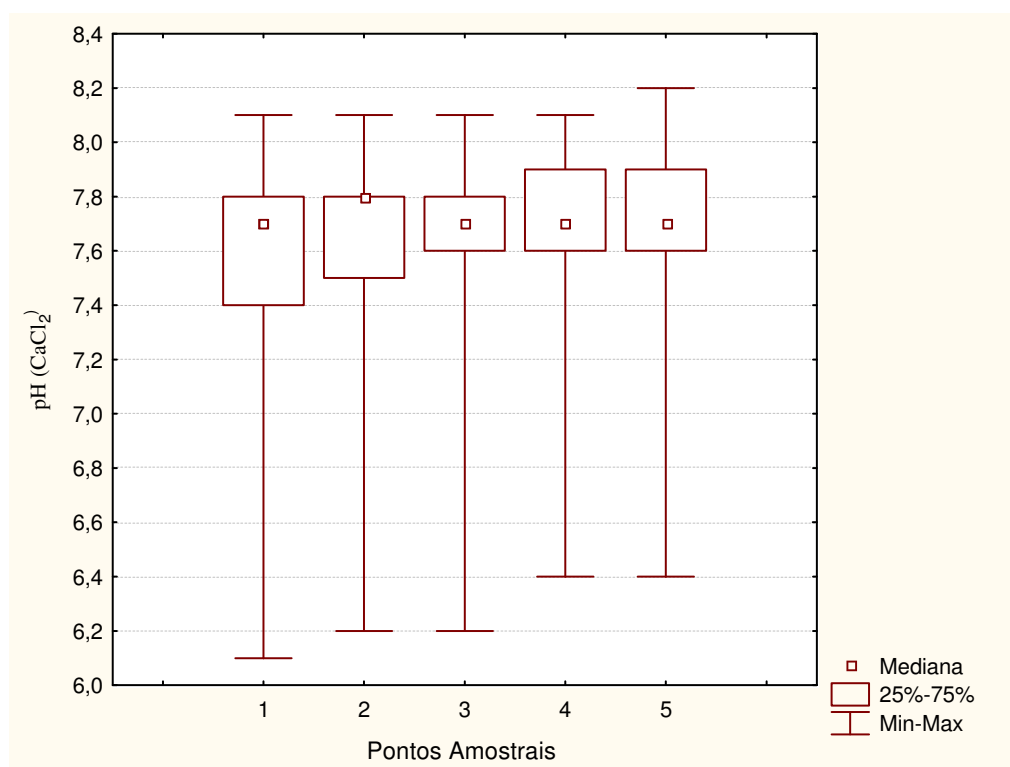


Figura 41 - Valores de pH no sedimento, nos diferentes pontos monitorados.

Os valores para o pH (CaCl₂) do solo foram também plotados em gráficos que relacionam o tempo e o pH, nos diferentes pontos amostrados (Fig. 42).

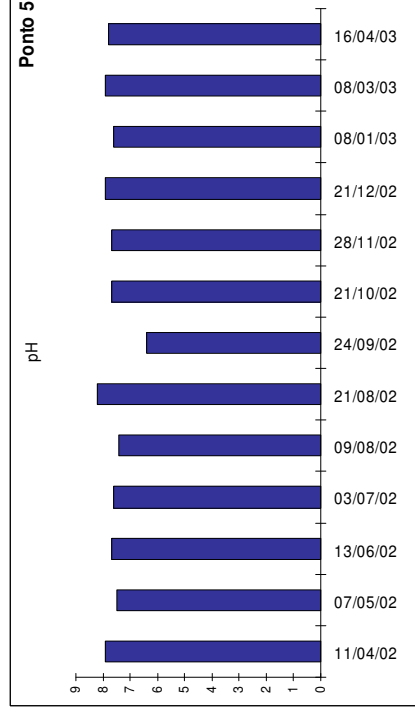
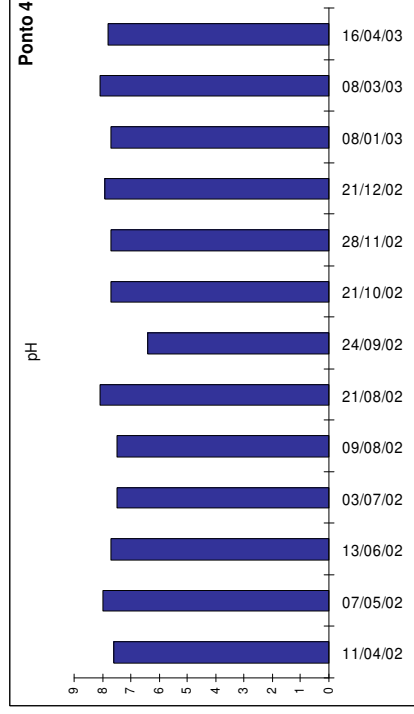
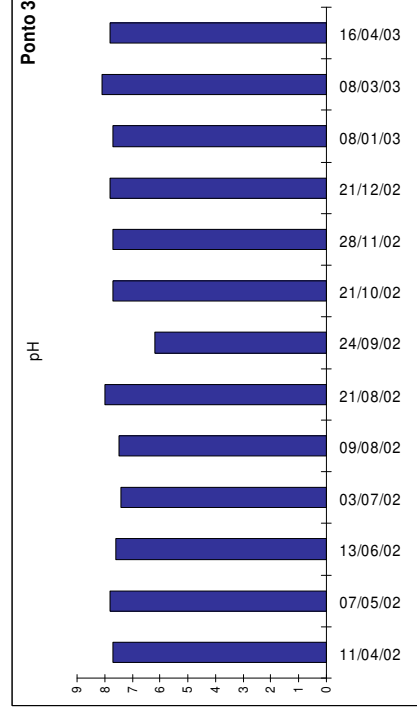
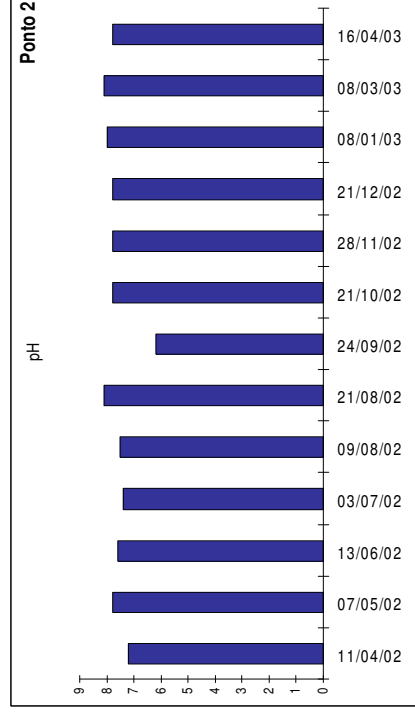
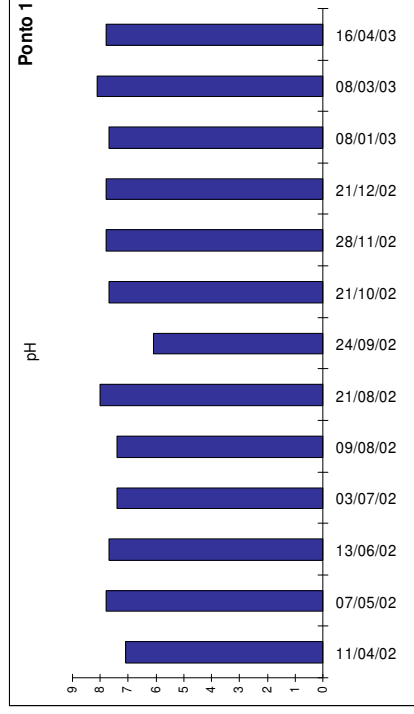


Figura 42 - Variação das concentrações de pH no sedimento ao longo do tempo, nos diferentes pontos amostrais.

Os resultados das análises químicas do sedimento indicaram que as maiores concentrações de carbono, fósforo, cálcio, potássio e cálcio e magnésio foram geralmente registradas no ponto 01, localizado justamente sob as unidades de cultivo, o que sugere, de forma consistente, que houve um acúmulo de nutrientes provenientes do cultivo nesse ponto.

Sugere-se que este acúmulo esteja relacionado, principalmente, com as sobras de rações, resíduos metabólicos dos camarões (como exúvia e fezes) e do “fouling”, que consiste em bactérias, micro e macroalgas, invertebrados e protocordados que se aderem à superfície dos tanques-rede. Como os tanques são limpos na mesma área de cultivo, todo este material acaba sendo depositado no sedimento.

SCOTTISH EXECUTIVE CENTRAL RESEARCH UNIT (2002), em seu estudo sobre cultivo de peixes em tanques-rede, afirma que os principais efluentes particulados oriundos do sistema de cultivo em tanques-rede são justamente o material fecal e as sobras de ração.

Um resultado oposto ao encontrado no trabalho citado acima e no estudo em questão foi encontrado em um experimento realizado por PAQUOTTE *et al.* (1998). O autor avalia os impactos ambientais causados por um cultivo de camarão em tanques-rede, nos mesmos moldes dos apresentados nesta tese. O empreendimento avaliado por PAQUOTTE *et al.* (1998), porém, apresentava maior tempo de existência (três anos de atividades), fato este que poderia acarretar um aumento nos nutrientes. O autor monitorou a área durante 120 dias (tempo de um ciclo), período este que não demonstrou acúmulo significativo de matéria orgânica no sedimento. As concentrações de matéria orgânica próximas ao cultivo, tanto a montante quanto a jusante dos tanques, também não apresentaram diferenças significativas no trabalho citado. É necessário considerar, contudo, que a densidade dos camarões (300 por m² no trabalho de PAQUOTTE) e o número de tanques-rede (40 unidades no mesmo trabalho) eram menores. Estes fatos sugerem que o manejo, a distâncias entre os tanques-rede e as condições físicas e ambientais do local amostrado sejam diferentes da área de Guaratuba, o que poderia levar a uma maior dispersão desses nutrientes, não sendo observado impacto no sedimento.

Este caso também é caracterizado por POERSCH *et al.* (2003). Em seu estudo com cercados (estruturas semelhantes aos tanques-rede, porém fixas ao fundo, nas quais os camarões têm contato direto com o sedimento), o autor analisou o impacto causado por estas estruturas sobre a comunidade bentônica e concluiu que em um cultivo de até 25 camarões por metro quadrado não há impacto significativo no solo. Este resultado pode estar relacionado com o modo de alimentação utilizado no cultivo. No caso ilustrado, não houve fornecimento de ração, mas sim de resíduos pesqueiros e a

densidade de camarão foi muito baixa. Além disso, a espécie utilizada, *F. paulensis*, tem o hábito de escavar ativamente o substrato em busca de alimento, promovendo um maior revolvimento do fundo, o que auxilia na decomposição e mineralização de resíduos orgânicos. Já no caso de Guaratuba, a densidade foi superior, a biomassa total de camarões por unidade de área também, houve o emprego de ração e os camarões não tinham acesso aos resíduos que se depositavam sob os tanques-rede.

Eventuais impactos ambientais provocados pelo excesso de nutrientes liberados (amônio, fósforo, nitrogênio, carbono orgânico e lipídios liberados da dieta) dependem da taxa em que estes produtos são diluídos antes de serem assimilados pelo ecossistema pelágico (CARROLL *et al.*, 2003). Em ambientes restritos, com pouca renovação de água, há um risco de níveis elevados dos nutrientes que se acumulam em uma área causarem a hipernutrição, o que potencializa efeitos indesejáveis (MIDLEN & REDDING, 1998 e MACGARVIN, 2000).

Entretanto, em um ambiente estuarino, como no caso da Baía de Guaratuba, os efeitos de nutrientes dissolvidos provindos da aquicultura podem ser considerados pouco significantes em relação a outras fontes, como a indústria, os esgotos residenciais ou os efluentes provenientes da agricultura (FERNANDES *et al.*, 2002). Na Noruega, por exemplo, a influência causada pelo cultivo de salmão em tanques-rede na eutrofização de ambientes aquáticos não é considerado um fator significativo do impacto ambiental (SKJOLDAL *et al.*, 1997).

Contudo, o recente trabalho de BAILEY-BROCK *et al.* (2003), realizado no Havaí, corrobora com os resultados encontrados no estudo desenvolvido em Guaratuba. O trabalho de BAILEY-BROCK *et al.* (2002), revelou que o impacto no sedimento causado pela sobra de ração para peixes não resulta apenas no enriquecimento do solo. A presença de H₂S e a ausência de anfípodas, vários poliquetas e outros animais menos tolerantes a poluições, indicam que este acúmulo de nutrientes no sedimento esteja causando condições anaeróbicas.

Em trabalhos semelhantes a este, os sedimentos foram caracterizados pelos seus altos índices de matéria orgânica, relacionado com o cultivo de peixes em tanques-rede (HARGRAVE *et al.*, 1993 e HOLMER, 1992). Em consequência das entradas orgânicas elevadas, os sedimentos se tornaram anaeróbicos, fato este indicado pela relação elevada entre a produção de gás carbônico e a queda de oxigênio do sedimento e pelas taxas elevadas da redução do sulfato.

Resultados semelhantes foram encontrados nos sedimentos temperados de regiões costeiras, nos quais a entrada da matéria orgânica fresca conduziu freqüentemente a uma estimulação imediata de processos do sedimento, tais como a

queda de oxigênio, a mineralização do nitrogênio e as taxas da redução do sulfato (GRAF *et al.*, 1982; JENSEN *et al.*, 1990 e HOLMER, 1999).

Além deste aporte de nutrientes ao meio, produtos químicos que pudessem implicar em risco ambiental para alguns sistemas de cultivo também podem liberar medicamentos e pesticidas, casos estes venham a ser empregados. Esses efluentes, apesar de não terem sido usados direta ou indiretamente no cultivo estudado, podem ter impactos indesejáveis no ambiente, dependendo das quantidades liberadas, o excesso tempo-escala que as liberações ocorrem e a capacidade de assimilação do local do cultivo (GOWEN & BRADBURY, 1987; ACKEFORS & ENELL, 1994; WU, 1995; AXLER *et al.*, 1996 e KELLY *et al.*, 1996).

Esta entrada de matéria orgânica no sedimento, por meio de fontes naturais ou artificiais, conduz a uma série de mudanças nos parâmetros químicos e físicos, que podem ter, por sua vez, efeitos diretos e indiretos nas comunidades de fauna (PEARSON & ROSENBERG, 1978).

A extensão do impacto ambiental no sedimento marinho está relacionada diretamente com as circunstâncias ambientais locais (profundidade, topografia, correntes, renovação da água, etc.), com as práticas de gerência do cultivo (densidade, taxas de alimentação, etc.) e com a quantidade assimilativa dos locais em relação ao desperdício orgânico gerado das atividades de aquicultura (GESAMP, 1991, 1996).

Em um trabalho realizado nas Ilhas Canárias, em um cultivo de peixes em tanques-rede, realizado em alto-mar, foram feitas análises do sedimento durante um ano, no intuito de avaliar o tamanho das partículas, a matéria orgânica, o nitrogênio e as concentrações do fósforo. As análises estatísticas de todos os parâmetros, exceto o nitrogênio, não mostraram nenhuma diferença significativa entre a área logo abaixo dos tanques-rede e áreas vizinhas, situadas a 06 e 100 metros de distância. Entretanto, as concentrações de nitrogênio dos sedimentos abaixo dos tanques eram significativamente maiores se comparadas às outras duas áreas. Houve também variações temporais dos nutrientes em todas as zonas. Em termos gerais, as características físicas e químicas dos sedimentos estudados foram afetadas, de modo reduzido, pela operação da fazenda sobre o período daquele estudo. Segundo os autores, isto poderia ser explicado pelo fato do cultivo estar em seu primeiro ano de operação, por possuir um pequeno tamanho experimental e pelas correntes apresentarem uma velocidade média elevada na região (aproximadamente 6 cm/s) – (DOMINGUEZ *et al.*, 1999).

A matéria orgânica estabelece-se no fundo e é decomposta por microorganismos. Parte da matéria orgânica, por conter uma matriz de hidratos de carbono simples, proteína, e outros constituintes celulares, tende a ser degradada rapidamente. Porém, um material mais resistente, tal como hidratos de carbono complexos e outros

componentes das paredes celulares acabam se acumulando, por apresentarem uma taxa de decomposição mais lenta. Esses depósitos, concentrados em pontos de menor circulação de água são bastante escuros, densos e mal cheirosos. Como uma área recentemente utilizada para a colocação de tanques-rede têm geralmente pouca matéria orgânica no solo e como a matéria orgânica que vai sendo adicionada se decompõe apenas parcialmente, uma proporção considerável da matéria orgânica refratária irá se acumular no fundo. Por isso, se houver um intervalo mais longo entre um ciclo e outro de produção, há tempo para oxidação de uma maior parcela da matéria orgânica depositada no fundo. Ciclos de produção contínuos podem não possibilitar tal condição e a tendência será de elevação das concentrações de matéria orgânica no solo. Quando a demanda de oxigênio causada pela entrada da matéria orgânica excede a taxa da difusão do oxigênio na água, os sedimentos tornam-se anóxicos e prevalecem os processos anaeróbicos (HOLMER *et al.*, 2003; SCOTTISH, 2002; KAMP-NIELSEN *et al.*, 2002; THAMDRUP, 2000; CANFELD, 1994 e BERNER, 1984).

Estudos realizados em ambientes gelados e na coluna d'água mostraram que o material orgânico particulado e o carbono orgânico particulado estão relacionados com a abundância bacteriana. Estes resultados parecem indicar que a atividade bacteriana é regulada principalmente pelo suprimento de matéria orgânica e não por baixas temperaturas ou elevadas pressões hidrostáticas, podendo inclusive determinar o metabolismo desses organismos (CRAPEZ, 2003).

Observa-se, ainda, a associação da profundidade com a matéria orgânica do sedimento e com a salinidade de fundo. Porém, nestes casos, a influência de uma variável (profundidade) sobre as outras (matéria orgânica e salinidade) é muito pequena (JØRGENSEN, 1978).

MADENJIAN (1990 in HOLMER *et al.*, 2003) relata que em algumas regiões, a diminuição drástica das concentrações de oxigênio, no período noturno, obrigou o uso de aeradores mecânicos para manter o nível da concentração de oxigênio aceitável para a sobrevivência e o crescimento dos peixes.

O caso citado acima foi também verificado em um cultivo de Guaratuba próximo da área estudada, no qual os produtores, mesmo utilizando tanques-rede posicionados diretamente no ambiente natural, utilizaram aeradores numa tentativa de aumentar as concentrações de oxigênio dissolvido na água.

O aporte de matéria orgânica acumulada através dos cultivos é explicado por BARBIERI & OSTRENSKY (2002), que indicam que para cada tonelada de camarão produzido, com uma taxa de conversão alimentar de 1:1, são produzidos efluentes com aproximadamente 500Kg de matéria orgânica, 26 kg de nitrogênio e 13 kg de fósforo.

Uma parte desses resíduos é utilizada biologicamente pelo fitoplâncton e por outros organismos presentes. Entretanto, a maior parte volta para o ambiente.

Essa informação sugere que se a ração for fornecida na quantidade correta, cerca de 85% será consumida pelos camarões. Isso mostra que, mesmo se o manejo for realizado de uma maneira adequada, haverá uma perda direta de cerca de 15% dessa ração. Esta perda ocorre pelo fato dos camarões manipularem o alimento antes de levá-lo a boca, o que faz a ração se quebrar, e porque parte da ração se dissolve na água (BARBIERI & OSTRENSKY, 2002). Parte da ração consumida também é excretada através de resíduos metabólicos e perdida através das mudas. Estima-se que apenas 17-25% da ração fornecida ao longo de um cultivo seja efetivamente transformada em carne e “recuperada” na despesca.

MULYLDER *et al.* (2003), em seu trabalho com ração peletizada para camarão, constatou que, em apenas 1 hora, cerca de 95% dos cátions solúveis na ração são perdidos na água. Também ocorre a perda de 0,12 a 0,47% do potássio e o fósforo pode ser reduzido completamente.

Por outro lado, HOLMER *et al.* (2002), verificou que após a remoção de um cultivo as condições do meio tendem a melhorar através do menor consumo de oxigênio e da menor liberação de nutriente. Esta mesma tendência de recuperação foi também observada no presente estudo, que verificou que com o término do cultivo os valores dos nutrientes começaram a cair.

Apesar disso, SCOTTISH (2002), verificou que a taxa em que o sedimento se recupera, logo após a remoção dos tanques-rede ou com o fim do cultivo, gira em torno de 21 a 24 meses, considerando a recolonização das comunidades bentônicas.

A partir dos dados encontrados nesse estudo e nos trabalhos comentados acima, pode-se concluir que há riscos reais de que os que cultivos realizados em tanques-rede venham a provocar impactos ambientais no fundo das zonas onde os mesmos são posicionados. A intensidade dos impactos dependerá do manejo, da qualidade dos insumos a serem empregados, da disposição, do número de tanques-rede em um determinado local e da densidade de camarões a ser utilizada, além das características ambientais dos locais onde os cultivos estão inseridos. Dessa forma, vale salientar a importância de se desenvolver um manejo adequado para os diferentes cultivos, que atente não apenas para as atividades cotidianas relacionadas com o processo produtivo (como administração da ração, manutenção das estruturas, etc.), mas também para as características ambientais da região onde o cultivo será realizado.

Além disso, é importante que estudos que visem o desenvolvimento das tecnologias de produção sejam realizados, no intuito de minimizar possíveis impactos gerados por cultivos em tanques-rede.

5.4.2 PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO

Os resultados da análise física do solo estão representados na Figura 43. Os dados obtidos sugerem que o ponto 02 e 04 são muito semelhantes no que diz respeito à composição granulométrica sedimentar, em especial à menor ocorrência de areia fina em relação aos outros pontos amostrados. Já o ponto 03 apresenta uma maior porcentagem de areia fina quando comparado aos demais pontos.

A distribuição e a movimentação dos sedimentos marinhos são controladas, basicamente, pelas correntes marinhas. Granulometricamente, as areias variam de muito finas a grossas, sendo a fração arenosa fina-média mais expressiva na zona de influência dos processos marinhos. A porcentagem granulométrica apresenta variações locais em função do sentido, direção e força das correntes na área.

Seguindo esse contexto, os resultados obtidos sugerem que nos pontos 02 e 04 exista uma maior força de corrente (ou ainda uma maior força de maré), se comparado com o ponto 03, fato este que explica a maior porcentagem de areia grossa nesse ponto.

O estudo detalhado da força de corrente e granulometria em trabalhos que visam definir áreas para o cultivo de camarões em tanque-rede podem auxiliar na determinação dos melhores locais de produção, visto que áreas onde as correntes são mais fortes podem minimizar possíveis impactos gerados pelo cultivo, como o acúmulo de matéria orgânica.

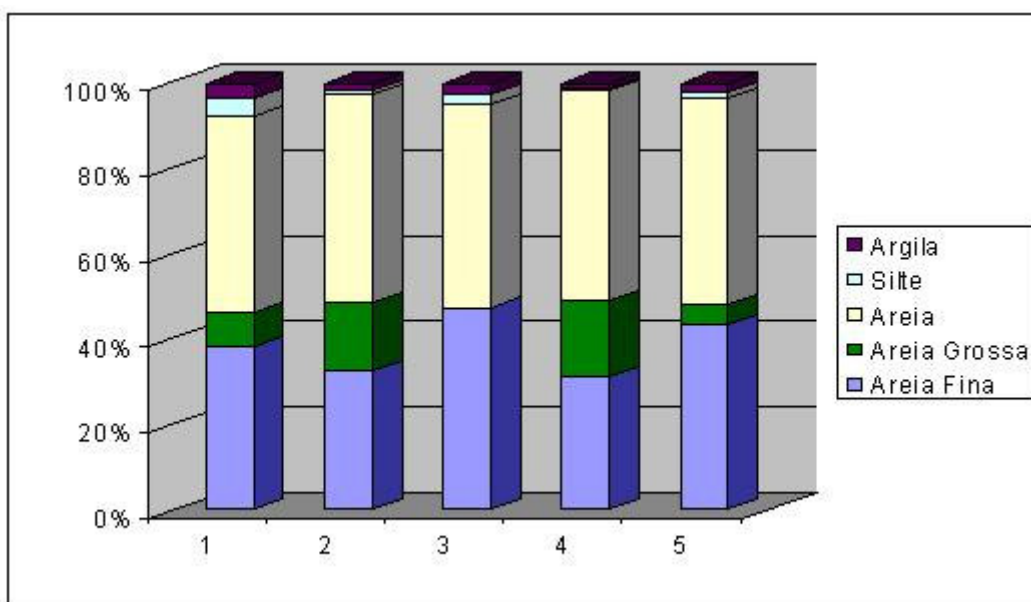


Figura 43 – Resultado da análise de granulometria do solo, demonstrando a variação das concentrações (em %) de argila, silte, areia grossa e areia fina nos diferentes pontos amostrais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKEFORS, H. & ENELL, M., 1994. **The release of nutrients and organic matter from aquaculture systems in Nordic countries.** J. Appl. Ichthyol. 10 (4), p. 225–241.
- ASSIS, L. & ESTEVES, F. 1998. **Fundamentos em limnologia.** Ed. Interciência Rio de Janeiro, p. 601.
- AXLER, R.; LARSEN, C.; TIKKANEN, C.; MCDONALD, M.; YOKOM, S. & AAS, P. 1996. **Water quality issues associated with aquaculture: a case study in mine pit lakes.** Water Environ. Res. 68, p. 995–1011.
- BAILEY-BROCK, J. H.; MCGURR, M.; BYBEE, D. & LEE, H. 2003. **Impacts of open water mariculture of pacific threadfin, (*Polydactylus sexfilis*) on the benthos off Oahu, Hawaii.** Anais do Word Aquaculture, p. 67.
- BARBIERI, R. C. & OSTRENSKY, A. 2002. **Camarões marinhos – Engorda.** Ed. Aprenda Fácil, Viçosa – MG, p.320.
- BERNER, R.A. 1984. **Sedimentary pyrite formation: an update.** Geochim. Cosmochim. Acta 48, p. 605–615.
- CANFELD, D. E., 1994. **Factors inuencing organic carbon preservation in marine sediments.** Chem. Geol. 114, p. 315–329.
- CARROLL, M.; COCHRANE, S.; FIELERA, R.; VELVINA, R. & HITEB, P. 2003. **Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices, and monitoring techniques.** Aquaculture 226, p.165–180.
- CRAPEZ, M. A. C. 2003. **Bactérias marinhas.** In. Ecologia Marinha, Edit. by Renato Crespo Pereira e Abílio Soares-Gomes. Ed. Interciencia, p. 90-105.
- DOMINGUEZ, M.; MOLINA, L.; CALERO, L. J. M.; MARTÍN, V. & ROBAINA, L. 1999. **A comparative study of sediments under a marine_ cage farm at Gran Canaria Island Spain preliminary results.** . Aquaculture (192), p. 225–231.
- FERNANDES, T. F., ELEFThERIOU, A., ACKEFORS, H., ELEFThERIOU, M., ERVIK, A., SANCHEZ-MATA, A., SCANLON, T., WHITE, P., COCHRANE, S., PEARSON, T. H. & READ, P. A. 2002. **ARAQUA: The management of the environmental impacts of marine aquaculture.** Fisheries Research Services, Aberdeen, Scotland. p. 70.
- GESAMP, 1991. **Reducing environmental impacts of coastal aquaculture.** GESAMP Reports and Studies No. 47. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy; p. 5.
- GESAMP, 1996. **Monitoring the ecological effects of coastal aquaculture wastes.** GESAMP Reports and Studies No. 57. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy; p. 38.
- GRAF, G., BENGTSSON, W., DIESNER, W., SCHULZ, R. & THEEDE, H., 1982. **Benthic response to sedimentation of a spring phytoplankton bloom: process and budget.** Mar. Biol. 67, p. 201–208.

- GOWEN, R. J. & BRADBURY, N. B., 1987. **The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review.** Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 25, p. 563–575.
- HARGRAVE, B. T., DUPLISEA, D. E., PFEILER, E. & WILDISH, D. J. 1993. **Seasonal changes in benthic fluxes of dissolved oxygen and ammonium associated with marine cultured Atlantic salmon.** Mar. Ecol. Prog. Ser. 96, p. 249–257.
- HOLMER, M., KRISTENSEN, E. 1992. **Impact of marine fish cage farming on sediment metabolism and sulfate reduction of underlying sediments.** Mar. Ecol. Prog. Ser. 80, p. 191–201.
- HOLMER, M., 1999. **The effect of oxygen depletion on anaerobic organic matter degradation in marine sediments.** Estuar. Coast. Shelf Sci. 48, p. 383–390.
- HOLMER, M., MARB_A A, N., TERRADOS, J., DUARTE, C.M. & FORTES, M.D., 2002. **Impacts of milkfish (*Chanos chanos*) aquaculture on carbon and nutrient fluxes in the Bolinao area, Philippines.** Mar. Poll. Bull. 44, p. 685–696.
- HOLMER, M.; DUARTE, C. M.; HEILSKOV, A.; OLESEN, B. & TERRADOS, J. 2003. **Biogeochemical conditions in sediments enriched by organic matter from net-pen fish farms in the Bolinao area, Philippines.** Marine Pollution Bulletin 46, p. 1470–1479
- JØRGENSEN, B. B., 1978. **A comparison of methods for the quantification of bacterial sulfate reduction in coastal marine sediments.** I. Measurement with radiotracer techniques. Geomicrobiol. J. 1, p. 11–27.
- JENSEN, M.H., LOMSTEIN, E. & SØRENSEN, J., 1990. **Benthic NH₄ and N₂ flux following sedimentation of a spring phytoplankton bloom in Aarhus Bight, Denmark.** Mar. Ecol. Prog. Ser. 61, p. 87–96.
- KAMP-NIELSEN, L., VERMAAT, J. E., WESSELING, I., BORUM, J., GEERTZ-HANSEN, O., 2002. **Sediment properties along gradients of eutrophication in South-east Asia.** Estuar. Coast. Shelf Sci. 54, p. 127–137.
- KELLY, L.A., STELLWAGEN, J., BERGHEIM, A., 1996. **Waste loadings from a freshwater Atlantic Salmon farm in Scotland.** Water Res. Bull. 32 (N5), p. 1017–1025.
- MACGARVIN, M., 2000. **Scotland's Secret? Aquaculture, Nutrient Pollution, Eutrophication and Toxic Blooms.** World Wildlife Fund, Perth, Scotland, p.21.
- MARGALEF, R. 1983. **Limnologia.** Ed. Omega, Barcelona, p. 1010.
- MIDLEN, A. & REDDING, T. 1998. **Environmental Management for Aquaculture.** Chapman & Hall, London, UK, p.223.
- MUYLDER, E.; DEVLAMINCK, D. & HILLION, B. 2003. **Leaching of minerals from shrimp feed pellets.** Congresso Internacional de Aquicultura – World Aquaculture. p. 228.
- PAQUOTTE, P.; CHIM, L.; MARTIN, J. L. M.; LEMOS, E.; STERN M. & TOSTA, D. 1998. **Intensive culture of shrimp *Penaeus vannamei* in floating cages: zootechnical, economic and environmental aspects.** Ed. Elsevier Science, p. 1-16.
- PEARSON, T. H., ROSENBERG, R., 1978. **Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment.** Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 16, p. 229–311.

PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. 2002. **Biologia marinha**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, p. 381.

POERSCH, L.; WASIELESKY, W. Jr.; CAVALLI, R. O. & CASTELLO, J. 2003. **Culture of *Farfantepenaeus paulensis* in pen enclosures: impact on the surrounding benthic community**. Anais do Word Aquaculture, p. 586.

SCOTTISH EXECUTIVE CENTRAL RESEARCH UNIT, 2002. **Review And synthesis of the environmental impacts of aquaculture**. Edinburgh, p. 80.

SKJOLDAL, H.R., AURE, T., DAHL, F.E., FREDRIKSEN, S., GRAY, J.S., HELDAL, M., RØED, L.P., OLSEN, Y., TANGEN, K. & MOLVÆR, J., 1997. **The norwegian north sea coastal water - eutrophication: status and trends**. Expert Group Report. Norwegian Pollution Control Authority, Oslo, Norway. p.76.

THAMDRUP, B., 2000. **Bacterial manganese and iron reduction in aquatic sediments**. Adv. Microb. Ecol. 16, p. 41–84.

WU, R. S. S.; SHIN, P. K. S.; MACKAY, D. W.; MOLLOWNEY, M. & JOHNSON, D. 1999. **Management of marine fish farming in the sub-tropical environment: a modelling approach**. Aquaculture 174 p.279–298.

NOTA - OUTROS IMPACTOS DO CULTIVO DE CAMARÃO MARINHO EM TANQUE-REDE

A presente nota visou discutir aspectos de relevante importância no que diz respeito a outros possíveis impactos causados pela produção de camarão *L. vannamei*, em tanque-rede.

Foram abordados tópicos a respeito da introdução de uma espécie exótica no meio, da possibilidade de doenças providas da espécie cultivada e dos impactos sociais causados por essa atividade. Não houve o emprego de uma metodologia específica para o estudo desses itens e por isso os assuntos são abordados nessa nota. Objetivou-se, porém, relacionar a discussão desses tópicos com a realidade experimentada nesse estudo de caso.

1 POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR FUGA DOS ORGANISMOS

De maneira geral, a extensão geográfica de muitas espécies é limitada por barreiras climáticas e ambientes, que impossibilitam a sua dispersão. Como resultado de tal isolamento geográfico, os padrões de evolução têm ocorrido de modo diverso em todo o mundo. A biota da região da Austrália / Nova Guiné, por exemplo, é surpreendente diferente daquela ocorrida na região adjacente do sudoeste da Ásia (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Entretanto, o homem rapidamente alterou e continua alterando esse padrão, transportando espécies pelo mundo. Já em tempos pré-industriais, as pessoas transportavam plantas cultivadas e animais domésticos, de lugar para lugar, ao se estabelecerem em novas áreas de plantação e colonização. Animais como cabritos e porcos eram deixados pelos marinheiros europeus em ilhas ainda não habitadas, para garantir seu alimento quando retornassem a esses lugares. Como consequência, um grande número de espécies foi introduzido, deliberadamente ou acidentalmente, em áreas onde não eram nativas (GROVE, 1988).

Contudo, a grande maioria das espécies exóticas não se estabelece nos locais onde foram introduzidas, já que o novo ambiente geralmente não está adequado às suas necessidades. Entretanto, uma certa porcentagem dessas espécies consegue se instalar em novas áreas e muitas delas crescem em abundância às custas das espécies nativas. Resumidamente, essas espécies exóticas podem deslocar as espécies nativas através de competição por limitação de recursos. As espécies animais introduzidas podem ser

predadoras das espécies nativas e levá-las à extinção, ou alterar o seu habitat a tal ponto que muitas destas espécies não conseguem subsistir (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

O problema não é apenas a introdução da espécie exótica em si, mas os danos que esta pode causar quando a espécie consegue ultrapassar as barreiras físicas, biológicas e ambientais, tornando-se uma espécie invasora (MYERS & BAZELY, 2003).

DAIAMOND (1989 in MYERS & BAZELY, 2003) lista as quatro principais causas de extinção: a destruição de habitats, fragmentação de habitats, super-exploração da espécie e introdução de espécies invasoras.

O projeto “Working for Water”, na África, também levanta o problema de invasão de espécies exóticas. No local estudado, as espécies invasoras estão consumindo uma maior quantidade de água quando comparado às espécies nativas, o que diminui a totalidade de água nos mananciais, ocasionando diversos problemas relacionados à falta d’água (NATIONAL WATER CONSERVATION CAMPAIGN, 2002).

A vantagem que as espécies exóticas possuem de invadir e dominar novos habitats, deslocando as espécies nativas, está relacionada com a ausência de predadores naturais, pestes e parasitas no novo habitat (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Outra questão importante em relação à invasão de espécies exóticas é a introdução de espécies que possuem parentesco com as espécies nativas. Quando essas espécies cruzam com espécies e variedades nativas, genótipos únicos podem ser eliminados das populações locais, e limites taxonômicos que eram outrora claros podem se confundir. Este problema é mais facilmente visualizado em plantas.

No trabalho realizado na Baía de Guaratuba, o cultivo foi estabelecido com a espécie de camarão branco do Pacífico *L. vannamei*. Essa espécie possui grandes vantagens quando comparada às espécies nativas, como, por exemplo: maior rusticidade, melhor conversão alimentar, melhores taxas de crescimento, maior resistência às condições ambientais adversas, dentre outros motivos que acabam justificando a preferência dos produtores de camarão. Entretanto, por se tratar de uma espécie exótica, existe todo o conjunto de riscos ambientais potencialmente associados à espécie.

No caso específico deste estudo, não foram verificadas fugas maciças do camarão branco dos tanques-rede, mas não se descarta a possibilidade de pequenas evasões. Essas pequenas fugas podem ocorrer em diversas fases da produção, sendo elas: na aclimação das pós-larvas nos tanques-rede (povoamento); durante possível transferência dos camarões de um tanque para outro (concentração dos camarões nos tanques-rede); no processo de despesca dos camarões e através da venda desses organismos como isca-viva.

Nesse contexto, vale ainda ressaltar a importância da realização de um manejo adequado em relação à prevenção de fuga de camarões. Um manejo que não prime pela integridade das malhas dos tanques pode resultar no comprometimento das telas e ocasionar uma possível fuga dos organismos. Em relação ao cultivo monitorado, apesar das falhas visualizadas na manutenção das estruturas de produção, não foram observados danos físicos às malhas dos tanques que possibilitassem fugas de camarões. Todavia, é necessário que os funcionários estejam cientes desse risco e que haja capacitação para o manejo correto das estruturas, no intuito de minimizar possíveis impactos ao ambiente e gastos excessivos com sua manutenção.

Em relação a possível hibridação com a espécie nativa *F. paulensis*, vale citar que o camarão *L. vannamei* apresenta reprodução de télico aberto, enquanto que o camarão nativo de télico fechado, fato este que impossibilita o acasalamento desses organismos. Já o camarão branco *L. schmitti*, outra espécie nativa da região, reproduz-se em zonas bem mais próximas à costa (profundidade máxima de 45 metros), quando comparado ao *L. vannamei*, que apresenta acasalamento e desova em mar aberto, em zonas profundas (até 72 metros) – (BARBIERE & OSTRENSKY, 2001). Essa característica sugere uma tênue barreira para a reprodução dessas espécies (*L. vannamei* e *L. schmitti*), mesmo que nesse caso as características anatômicas se assemelhem. Ainda, é preciso considerar que, ao menos em condições experimentais, a reprodução de *L. vannamei* geralmente ocorre em águas quentes (acima de 26 °C) (PEREZ-VELAZQUEZ *et al.*, 2001 e OTOSHI *et al.*, 2003), enquanto *L. schmitti* se reproduz em águas mais frias. Contudo, é preciso reconhecer que ainda existem poucos estudos a respeito da reprodução dessas espécies de camarões em ambiente natural, bem como sobre a eventual sobreposição de nichos com espécies nativas, como evidenciado por STOLARSKI, 2004. Por isso, ainda é muito prematuro e precipitado se descartar a possibilidade de ocorrência de problemas ambientais decorrentes da fuga de camarões para o ambiente natural. Há a necessidade de se desenvolver novos estudos que permitam conclusões mais precisas sobre essa importante questão.

2 POSSIBILIDADE DE TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PELOS ORGANISMOS CULTIVADOS

Com o confinamento de animais em tanques-rede, cria-se um ambiente propício ao desenvolvimento de microorganismos, parasitos e de agentes saprófitas, que podem desempenhar o papel de oportunistas ou patógenos obrigatórios para os animais ali confinados.

Para o presente trabalho, resultados de análises de virologia, realizados pelos produtores do cultivo monitorado, foram adicionados aos dados para ilustrar essa conjuntura na Baía de Guaratuba.

As análises de virologia foram realizadas pelo Centro de Diagnósticos de Doenças de Camarão na Universidade Potiguar. Foram utilizadas as técnicas de PCR e Primers específicos para a identificação dos vírus WSSV – White Spot Syndrome Vírus (Síndrome da mancha branca), IHHNV – Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Vírus (Necrose infecciosa hipodermal e hematopoiética ou doença do bico torto) e TSV – Taura Syndrome Vírus (Síndrome de Taura).

Das avaliações realizadas, apenas o IHHNV apresentou resultado positivo. Esta doença, quando manifestada, pode causar altas taxas de mortalidade, nanismo dos camarões e deformação do rosto. Isso significa que o IHHNV já pode ser encontrado nos ambientes de cultivo do litoral paranaense.

Análises histopatológicas também foram realizadas no Laboratório de Histopatologia do Grupo Integrado de Aqüicultura e estudos ambientais para verificar a presença de sinais clínicos dessas possíveis doenças. Entretanto, os animais avaliados não apresentaram sinais das enfermidades quando analisados por essa técnica. Dos 10 camarões submetidos à análise, apenas dois apresentavam necrose branquial com lesões leves e um camarão apresentava necrose hepatopancreática em grau considerado muito leve. Segundo o próprio laboratório, estas lesões podem estar relacionadas à presença de matéria orgânica e possível estresse por alta densidade do cultivo.

BARBIERI & OSTRENSKY (2002), afirmam que hoje é normal a incidência de IHHNV em até 5% das populações de camarões cultivadas em viveiros no país, porém a partir desta porcentagem, é necessário observar se esse fator está contribuindo com o aumento de lesões, estresse ou morte dos animais.

Em relação à possibilidade da transferência desses patógenos aos camarões nativos, faltam estudos que comprovem ou afastem essa hipótese.

3 IMPACTO SOCIAL

Em relação às características dos impactos sociais causados pelo cultivo de camarão em tanque-rede, o intuito deste trabalho não é realizar profundas reflexões a respeito do tema, uma vez que não foi realizado nenhum estudo mais específico. Não se pode, por outro lado, em um estudo de caso, desconsiderar a importância e a pertinência do tema, já que há uma tendência de que os órgãos públicos ligados à atividade venham propor a extrapolação dos cultivos para um significativo percentual das comunidades litorâneas, graças ao seu baixo valor de investimento inicial, quando comparado aos sistemas de cultivos tradicionais em viveiros escavados.

Para a discussão desse tópico, é importante esclarecer que as informações aqui apresentadas são o resultado das várias entrevistas com os produtores e da convivência com as comunidades litorâneas do Estado do Paraná durante quatro anos.

De maneira geral, a carcinicultura em tanque-rede é uma atividade que, dependendo da sua escala e da forma como é organizada e administrada, pode causar impactos sociais, positivos e negativos. Nesse contexto, o cultivo de camarão em tanque-rede estaria em convívio com o conceito de “ambiente amigável”, proposto por PILLAY, 1960 (conforme ARANA, 1999), que abrange características como: propriedade familiar, policultivo (como o cultivo de ostra e macroalga), possibilidade de reciclagem de dejetos por meio do aproveitamento dos subprodutos dos cultivos, diversificação na produção de alimentos, trabalho em todas as estações do ano (no caso específico do litoral paranaense, onde as temporadas de verão são, para algumas famílias, a única oportunidade de emprego e renda) e a capacidade para a melhoria da nutrição das pessoas.

No caso específico do cultivo de camarão em tanque-rede empregado hoje em Guaratuba, porém, alguns destes itens não são completamente atendidos.

Para determinar o “grau de sustentabilidade social” do cultivo de camarão em tanques-rede são apresentadas uma série de questões que adotam a forma dos chamados “descritores de sustentabilidade” (ARANA, 1999). Estes descritores de sustentabilidade são respostas valorizadas quantitativamente referentes às suas perturbações (impactos positivos e negativos) nos processos e efeitos que determinam a formação e equilíbrio dos sistemas sociais frente a certos projetos de desenvolvimento ou práticas já existentes.

Seguindo os mesmos valores propostos por ARANA (1999), para a análise de sustentabilidade, foram utilizados os impactos positivos para valorizar numericamente as respostas. Cada resposta positiva pode valer 1 ou 0,5 e as respostas negativas recebem pontuação 0. Os valores são aqui atribuídos conforme as observações colhidas durante a

execução do presente trabalho e a partir do contato com as pessoas que se relacionaram direta ou indiretamente com o empreendimento analisado.

a) A tecnologia do cultivo de camarão em tanque-rede é capaz de gerar postos de trabalho?

Sim. De modo geral, a maioria dos pescadores envolvidos no cultivo tem trocado, quase que totalmente, a pesca pelas atividades de aquicultura. A oferta de emprego, porém, é limitada em função do tamanho total do cultivo (em geral, dois empregos são gerados para cada 10 tanques-rede implantados). Quanto maior o número de tanques-rede, maior o número de pessoas envolvidas e trabalhando, principalmente jovens.

b) Existe participação integral da comunidade local nos cultivos?

Não. A comunidade local não foi consultada a respeito da implantação do cultivo de camarão em tanque-rede. Além disso, não houve influência dessas pessoas nas tomadas de decisões em relação ao cultivo. No caso da disposição dos tanques-rede, por exemplo, a comunidade não foi consultada sobre o local do cultivo e o número de estruturas utilizadas, fato este que poderia gerar poluição visual, entre outros problemas.

c) Existe a participação de outros atores sociais na atividade?

Sim, porém existem poucas instituições envolvidas, somente a PUC e a UFPR, e suas ações muitas vezes são limitadas pela falta de verba para realização de pesquisas.

d) Nos cultivos, existe algum tipo de gestão comunitária dos recursos naturais?

Não. Devido ao seu caráter estritamente privado, a gestão dos recursos naturais é realizada sem a participação comunitária. A gestão, muitas vezes, é dirigida para obtenção de um retorno financeiro, ou forçada, como neste caso, por leis de ajustamento de conduta. Além disso, os produtores não pensam no bem-estar futuro dos membros da comunidade nem do meio ambiente.

e) Respeita-se a propriedade comum¹?

Não. Em nenhuma decisão a comunidade é envolvida diretamente, nem mesmo nas escolhas das áreas de cultivo. Além disso, nenhum dos itens citados acima é atendido. Foi feita apenas a escolha da área e o fechamento parcial da região, onde

¹ Segundo OSTROM (1990), os princípios que regem a “propriedade comum”, entendida como instituição social, são: fronteiras definidas, mecanismos para escolhas coletivas, monitoramento do uso dos recursos naturais comunitários, sanções aplicáveis aos que desobedecem aos regulamentos, mecanismos de resolução de conflitos e reconhecimento mínimo do direito das populações de se organizarem socialmente.

somente alguns pescadores podem pescar. Vale salientar, entretanto, que os produtores seguem a atual Instrução Normativa Interministerial nº9 de 11 de abril de 2001, que regulamenta o uso de águas da União para prática da aquicultura.

f) O alimento gerado nos cultivos é consumido pelas classes populares?

Não. E nem haveria como ser consumido pelas próprias comunidades tradicionais posto que o camarão é considerado um produto nobre, de elevado valor comercial. Foi observado que toda a produção do camarão cultivado no sistema de tanque-rede foi canalizada para um sistema de comercialização cujo objetivo é atender a demanda de isca-viva vinda principalmente da pesca esportiva local e de outros estados, como São Paulo e Santa Catarina.

g) O alimento gerado ou o processo de produção é seguro segundo o ponto de vista da saúde pública?

Sim. Apesar da totalidade da produção ser vendida como isca-viva acredita-se que se este camarão fosse destinado ao consumo humano o produto seria de alta qualidade, uma vez que esse camarão é produzido na mesma água onde é realizada a pesca artesanal, cujo produto é consumido sem qualquer registro de risco à saúde pública.

h) A tecnologia valoriza a cultura local?

Sim/Não. Alguns dos conhecimentos dos pescadores locais como nichos ecológicos aquáticos, correntes na região, marés e hábitos alimentares dos organismos são levados em conta para a solução dos problemas de manejo que envolvem esses aspectos. Estes pescadores, porém, são procurados apenas em caráter consultivo, não havendo participação efetiva nas tomadas de decisões.

i) A atividade é aceita pela opinião pública e a possibilidade de despertar conflitos com outros usuários dos recursos é mínima?

Sim/Não. No começo das instalações do cultivo, quando os processos de liberação para o uso de águas públicas da União não estavam ainda definidos e como ainda não há um gerenciamento costeiro, os sistemas de cultivo de camarão em tanque-rede geraram uma certa antipatia dos órgãos governamentais e ambientais. Porém, hoje já existe um processo para autorização dos cultivos pela Marinha, União e IBAMA e o gerenciamento costeiro no Paraná começa a ser formatado, o que tende a reduzir os níveis de rejeição.

A Tabela 6 apresenta os valores dessa análise realizados comparativamente para cultivos de mexilhão em Santa Catarina, repovoamento de camarão na Lagoa dos Patos, RS, cultivo de camarão em fazenda (ambos realizados por ARANA, 1999) e cultivo de camarão em tanque-rede, realizado nesse estudo. A pontuação máxima, segundo as questões utilizadas acima, é de 9,0. Seguindo os dados dessa tabela, sugere-se que a sustentabilidade social está mais próxima do cultivo de camarão em tanque-rede que em viveiros tradicionais, e ambos os valores ainda são relativamente muito baixos.

Tabela 6 – Análise de sustentabilidade social em diferentes atividades aquícolas. Pontuação: Sim = 1 ponto, Sim/Não = 0,5 e Não = 0.

Item	Mexilhão*	Repovoamento*	Presente Estudo	Fazenda de Camarão*
a	sim	sim	sim	Sim
b	sim	sim	não	Não
c	sim	sim	sim	sim/não
d	sim	não	não	Não
e	sim	sim	não	sim/não
f	sim	não	não	Não
g	sim/não	sim/não	sim	Sim
h	sim	sim	sim/não	sim/não
i	sim	sim	sim/não	Não
Total	8,5	6,5	4	3,5

* Fonte: ARANA, 1999.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANA, L. V. 1999. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável, subsídios para a formação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Ed. USFC Florianópolis, p. 310.

BARBIERI, C. & OSTRENSKY. 2001. **Camarões marinhos – Reprodução, Maturação e Larvicultura**. Ed. Aprenda Fácil, Viçosa – MG, p.370.

BARBIERI, R. C. & OSTRENSKY, A. 2002. **Camarões marinhos – Engorda**. Ed. Aprenda Fácil, Viçosa – MG, p.320.

GROVE, N. 1998. **Quiety conserving nature**. National Geographic, 174, p. 818-844.

MYERS, J. H. & BAZELY, A. R. 2003. **Ecology and control of introduced plants**. p. 15-50.

NATIONAL WATER CONSERVATION CAMPAIGN, 2002 **The environmental impacts of invading alien plants in south africa**. A multi-departmental initiative led by the Department of Water Affairs and Forestry, Department of Environmental Affairs and Tourism and Department of Agriculture. p. 11.

OTOSHI, C. A.; ARCE, S. M. & MOSS, S. M. 2003. **Growth and reproductive performance of broodstock shrimp reared in a biosecure recirculating aquaculture**

system versus a flow-through pond. Aquacultural Engineering. V. 29, Issues 3-4, p. 93-107.

PEREZ-VELASQUEZ, M.; BRAYA, W. A.; LAWRENCE, A. L.; GATLIN, D. M. & GONZALEZ-FELIX, M. L. 2001. **Effect of temperature on sperm quality of captive *Litopenaeus vannamei* broodstock.** Aquaculture. V. 198, Issues 3-4, p. 209-218.

PILLAY, Z. T. V. R. 1992. **Aquaculture and the environment.** Wiley & sons, Inc. New York, p. 189.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da conservação.** Londrina, p. 327.

STOLARSKI, M. V. 2004. **Influência da ração no ritmo e hábitos alimentares do camarão-branco do pacífico, *Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), cultivado em tanques-rede.** Monografia (Bacharel em Biologia) – Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

CONCLUSÃO GERAL

O presente trabalho foi integralmente realizado com base em um estudo de caso relativo ao cultivo de camarões em tanques-rede na Baía de Guartuba. Foram analisados aspectos zootécnicos e ambientais (físicos, químicos e biológicos) desse sistema de produção.

Sob o ponto de vista ambiental, os dados quantificados no presente estudo permitem concluir que as concentrações identificadas nas análises de amônia, nitrito e fosfato da água variaram dentro dos limites citados como normais pela literatura, de forma que se pode concluir que não foram detectados indícios de impacto dos cultivos sobre a qualidade da água.

Todavia, as análises de solo realizadas na área utilizada para o cultivo e nas zonas adjacentes a ela indicaram a ocorrência de alterações significativas dos principais parâmetros analisados. O sedimento coletado imediatamente abaixo do ponto onde estavam posicionados os tanques-rede foi alterado, provavelmente, pelo excesso de matéria orgânica proveniente das unidades de produção.

Os resultados encontrados neste trabalho permitem concluir que o principal impacto causado pelo cultivo de camarão em tanque-rede, realizado em Guaratuba, PR, foi justamente o acúmulo de nutrientes no sedimento. O impacto no solo pôde ser considerado altamente localizado, mas, apesar disso, apresenta grande relevância, uma vez que as altas concentrações de matéria orgânica no sedimento podem interferir na biota bêntica local, afetar a qualidade da água e, desse modo, a viabilidade do próprio sistema de produção.

As observações de campo permitem concluir, ainda, que o impacto no sedimento não alcançou maiores proporções devido à grande taxa de renovação de água que caracteriza a Baía de Guaratuba. Essa elevada taxa de renovação garantiu a manutenção das baixas concentrações de nutrientes na água, o que, por sua vez, fez com que a biodiversidade das comunidades zooplanctônicas não sofresse variações relacionadas à atividade aquícola desenvolvida no local.

As análises do sistema de produção de camarões empregadas no cultivo monitorado, por sua vez, apontaram uma série de deficiências técnicas e operacionais, tanto na manutenção das estruturas, como no modelo arraçoamento aplicado, o que parece explicar os resultados encontrados nas análises de sedimento.

A manutenção correta das estruturas (evitando-se a ocorrência de intensas incrustações); o emprego de técnicas adequadas de arraçoamento, o que implica no uso regular de bandejas de alimentação (evitando o desperdício e o aumento dos

impactos sob o solo) e de rações apropriadas; e o emprego de densidades adequadas de camarões por tanque-rede, definidas em função do tipo de ambiente e das estruturas a serem utilizadas, podem significar o grande diferencial para o bom andamento do empreendimento, tanto no que diz respeito ao retorno financeiro a ser alcançado, quanto na minimização dos impactos ambientais.

Além dos fatores citados, eventuais investidores ou produtores deverão dispensar especial atenção em relação à indefinição ainda existente em relação às próprias estruturas de cultivo; à falta de mecanização do manejo dos tanques e à comercialização do produto final.

Infelizmente, portanto, o sistema estudado neste trabalho ainda está muito distante desse desejável modelo que combine os aspectos econômicos e ambientais e possibilite a sustentabilidade dos empreendimentos a serem instalados.

Apesar deste cenário hoje pessimista, não se pode e nem se deve descartar a potencialidade dos cultivos de camarão marinho em tanque-rede, principalmente em função do baixo investimento inicial, aliado às altas densidades que podem ser empregadas na produção.

Potencialmente, portanto, o sistema representa uma alternativa que poderá efetivamente se tornar adequada à realidade da carcinicultura brasileira, desde que sejam considerados os aspectos e problemas discutidos neste trabalho.